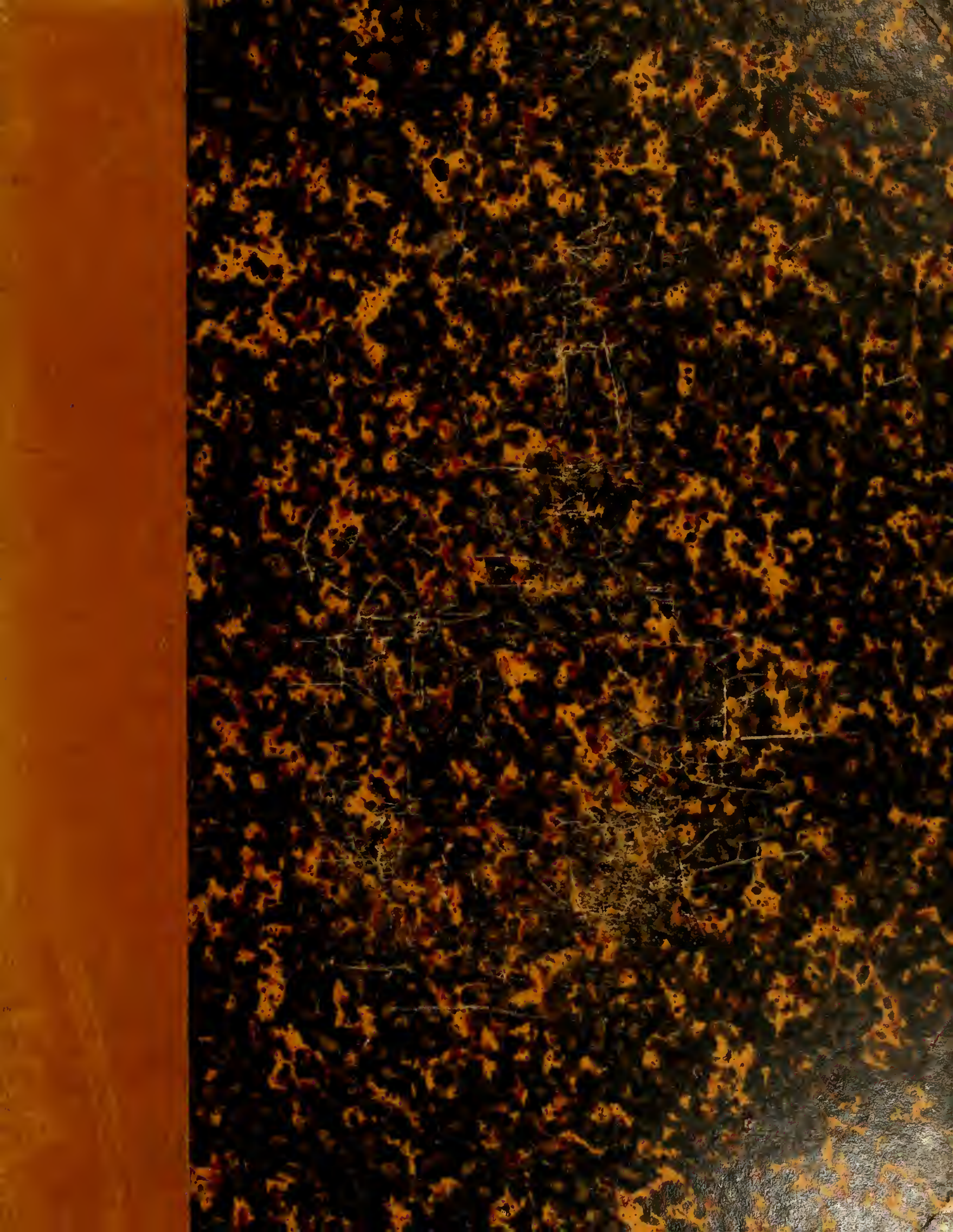
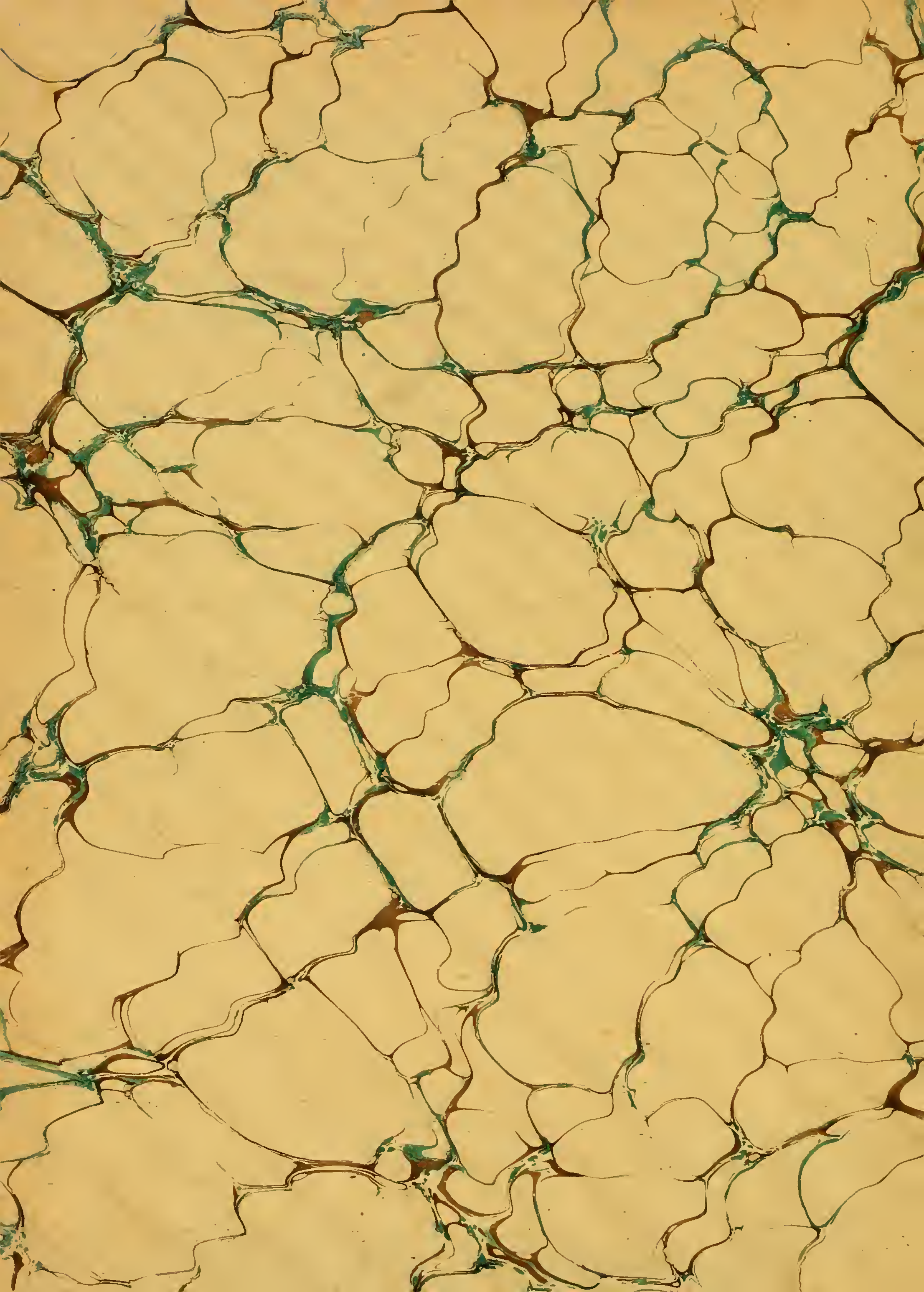






COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT TRENTE-QUATRIÈME.

JANVIER — JUIN 1902.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

1902

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1902.



SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ✻).
POINCARÉ (Jules-Henri) (O. ✻).
PICARD (Charles-Émile) (O. ✻).
APPELL (Paul-Émile) (O. ✻).
PAINLEVÉ (Paul).
HUMBERT (Marie-Georges) ✻.

SECTION II. — *Mécanique.*

LEVY (Maurice) (O. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) (O. ✻).
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (C. ✻).
LÉAUTÉ (Henry) (O. ✻).
SEBERT (Hippolyte) (C. ✻).

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. C. ✻)
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ✻).
LŒWY (Maurice) (C. ✻).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. ✻).
CALLANDREAU (Pierre-Jean-Octave) ✻.
RADAU (Jean-Charles-Rodolphe) ✻.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) (O. ✻).
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ✻).
BASSOT (Jean-Léon-Antonin) (O. ✻).
GUYOU (Émile) (O. ✻).
HATT (Philippe-Eugène) (O. ✻).

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Cornu (Marie-Alfred) (O. ✻).
Mascart (Éleuthère-Élie-Nicolas) (G. O. ✻).
Lippmann (Gabriel) (C. ✻).
Becquerel (Antoine-Henri) (O. ✻).
Potier (Alfred) (O. ✻).
Violle (Louis-Jules-Gabriel) (O. ✻).

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Troost (Louis-Joseph) (C. ✻).
Gautier (Émile-Justin-Armand) (O. ✻).
Moissan (Henri) (C. ✻).
Ditte (Alfred) (O. ✻).
Lemoine (Georges) (O. ✻).
Haller (Albin) (O. ✻).

Section VII. — *Minéralogie.*

Fouqué (Ferdinand-André) (O. ✻).
Gaudry (Jean-Albert) (C. ✻).
Hautefeuille (Paul-Gabriel) (O. ✻).
Bertrand (Marcel-Alexandre) ✻.
Lévy (Auguste-Michel) (O. ✻).
Lapparent (Albert-Auguste de) ✻.

Section VIII. — *Botanique.*

Van Tieghem (Philippe-Édouard-Léon) (O. ✻).
Bornet (Jean-Baptiste-Édouard) (O. ✻).
Guignard (Jean-Louis-Léon) ✻.
Bonnier (Gaston-Eugène-Marie) ✻.
Prillieux (Édouard-Ernest) (O. ✻).
Zeiller (Charles-René) ✻.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (C. ✻).
DEHÉRAIN (Pierre-Paul) (O. ✻).
DUCLAUX (Pierre-Émile) (C. ✻).
MUNTZ (Charles-Achille) (O. ✻).
ROUX (Pierre-Paul-Émile) (C. ✻).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

RANVIER (Louis-Antoine) (O. ✻).
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) (O. ✻).
FILHOL (Antonin-Pierre-Henri) (O. ✻).
CHATIN (Joannès-Charles-Melchior) ✻.
GIARD (Alfred-Mathieu) ✻.
DELAGE (Marie-Yves) ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

MAREY (Étienne-Jules) (C. ✻).
BOUCHARD (Charles-Jacques) (C. ✻).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. ✻).
ARSONVAL (Arsène D') (O. ✻).
LANNELONGUE (Odilon-Marc) (C. ✻).
LAVERAN (Charles-Louis-Alphonse) (O. ✻).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

DARBOUX (Jean-Gaston) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. C. ✻), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ☼).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ☼).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (G. O. ☼).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ☼).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ☼.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (G. O. ☼)
LAUSSEDAT (Aimé) (G. O. ☼).
CARNOT (Marie-Adolphe) (O. ☼).
ROUCHÉ (Eugène) (O. ☼).
N. . . . .

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KELVIN (Sir William THOMSON, Lord) à Glasgow (G. O. ☼).
LISTER (Lord), à Londres.
NEWCOMB (Simon) (O. ☼), à Washington.
VIRCHOW (Rudolph-Ludvig-Carl) (C. ☼), à Berlin.
STOKES (Sir George-Gabriel), à Cambridge.
SUESS (Édouard), à Vienne.
HOOKER (Sir Joseph-Dalton), à Kew.
N. . . . .

CORRESPONDANTS[1].

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (10)

SALMON (George), à Dublin.
FUCHS (Immanuel-Lazarus), à Berlin.
SCHWARZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.
KLEIN (Félix), à Gœttingue.

(1) Un décret du 24 juin 1899 a porté le nombre des Correspondants, tant nationaux qu'étrangers, de cent à cent seize.

Le règlement du 13 novembre 1899 a fixé à dix le nombre des Correspondants de chaque Section, à l'exception de la Section d'Astronomie, qui conserve seize Correspondants.

Messieurs :

CREMONA (Louis), à Rome.
MÉRAY (Hugues-Charles-Robert) (O. ✻), à Dijon.
ZEUTHEN (Hieronymus-Georg), à Copenhague.
MITTAG-LEFFLER (Magnus-Gustaf), à Stockholm.
LIPSCHITZ (Rudolph-Otto-Sigismond), à Bonn.
DEDEKIND (Julius-Wilhelm-Richard), à Brunswick.

SECTION II. — *Mécanique* (10).

SIRE (Georges-Étienne) ✻, à Besançon.
CONSIDÈRE (Armand-Gabriel) (O. ✻), à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel), ✻, à Rueil.
GIBBS (J.-Willard), à New-Haven (Connecticut).
BOLTZMANN (Louis), à Vienne.
DWELSHAUVERS-DERY (Victor-Auguste-Ernest) ✻, à Liége.
BAZIN (Henry-Émile) (O. ✻), à Chenôve (Côte-d'Or).
DUHEM (Pierre), à Bordeaux.
ZEUNER (Gustav-Anton), à Dresde.

SECTION III. — *Astronomie* (16).

STRUVE (Otto-Wilhelm) (G. O. ✻), à Carlsruhe.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) (O. ✻), à Marseille.
HALL (Asaph) ✻, à Washington.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
LANGLEY (Samuel-Pierpont), à Washington.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
RAYET (Georges-Antoine-Pons) (O. ✻), à Bordeaux.
PERROTIN (Henri-Joseph-Anastase) ✻, à Nice.
BACKLUND (Oskar), à Poulkova.
GILL (David), au Cap de Bonne-Espérance.
BAKHUYZEN (VAN DE SANDE) (O. ✻), à Leyde.
CHRISTIE (William-Henry), à Greenwich (Angleterre).
N. . . . .
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (10).

Messieurs :

Teffé (le baron de), à Rio-de-Janeiro.
Grimaldi (Albert-Honoré-Charles) (G. C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
Nansen (Fridtjof) (C. ✻), à Bergen (Norvège).
Helmert (Frédéric-Robert), à Potsdam.
Colin (le R. P. Édouard-Élie), à Tananarive.
Gallieni (Joseph-Simon) (G. O. ✻), à Saint-Raphaël (Var).
Bienaymé (Arthur-François-Alphonse), à Toulon.
Normand (Jacques-Augustin) (O. ✻), au Havre.
Davidson (George), à San-Francisco.
Oudemans (Jean-Abraham-Chrétien), à Utrecht.

Section V. — *Physique générale* (10).

Crova (André-Prosper-Paul) ✻, à Montpellier.
Rayleigh (John-William Strutt, Lord) (O. ✻), à Essex.
Amagat (Émile-Hilaire) ✻, à Bourg.
Bichat (Ernest-Adolphe) (O. ✻), à Nancy.
Blondlot (René-Prosper) ✻, à Nancy.
Hittorf (Wilhem), à Munster (Prusse).
Van der Waals (Johannes-Diderik), à Amsterdam.
Michelson (Albert-A.), à Chicago.
Gouy (Georges-Louis), à Lyon.
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (10).

Williamson (Alexander-William), à Londres.
Lecoq de Boisbaudran (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
Reboul (Pierre-Edmond) (O. ✻), à Marseille.
Baeyer (Adolf von), à Munich.
Roscoé (Sir Henry-Enfield) (O. ✻), à Londres.
Cannizzaro (Stanislas) (O. ✻), à Rome.
Ramsay (William) (O. ✻), à Londres.

Messieurs :

MENDELEEF (Dmitry-Iwanowitch), à Saint-Pétersbourg.
FISCHER (Émile), à Berlin.
SABATIER (Paul), à Toulouse.

SECTION VII. — *Minéralogie* (10).

GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
GEIKIE (Sir Archibald), à Londres.
RICHTHOFEN (Ferdinand, baron DE), à Berlin.
TSCHERMAK (Gustav), à Vienne.
DEPÉRET (Charles-Jean-Julien), à Lyon.
ROSENBUSCH (Harry), à Heidelberg.
PERON (Pierre-Alphonse) (C. ✻), à Auxerre.
ZITTEL (Karl VON), à Munich.
OEHLERT (Daniel) ✻, à Laval.
KLEIN (Johann-Friedrich-Carl), à Berlin.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

CLOS (Dominique) ✻, à Toulouse.
SIRODOT (Simon) (O. ✻), à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
MILLARDET (Alexis) ✻, à Bordeaux.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior) ✻, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
SCHWENDENER (Simon), à Berlin.
PFEFFER (Wilhelm-Friedrich-Philipp), à Leipzig.
STRASBURGER (Édouard), à Bonn.
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

LAWES (Sir John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
LECHARTIER (Georges-Vital) ✻, à Rennes.
HOUZEAU (Auguste) (O. ✻), à Rouen.
ARLOING (Saturnin) (O. ✻), à Lyon.

Messieurs :

PAGNOUL (Aimé), à Arras.
GAYON (Léonard-Ulysse), à Bordeaux.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10)

AGASSIZ (Alexandre) (O. ❊), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ❊, à Sérignan (Vaucluse).
SABATIER (Armand) (O. ❊), à Montpellier.
RETZIUS (Gustave), à Stockholm.
BERGH (Ludwig-Rudolph-Sophus), à Copenhague.
LANKESTER (Edwin-Ray), à Londres.
LORTET (Louis) (O. ❊), à Lyon.
MAUPAS (Émile-François), à Alger.
VAN BENEDEN (Édouard), à Liége.
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (10).

LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. ❊), à Lyon.
HERRGOTT (François-Joseph) (O. ❊), à Nancy.
ENGELMANN (Théodor-Wilhelm), à Berlin.
LEYDEN (Ernst VON), à Berlin.
MOSSO (Angelo), à Turin.
BURDON-SANDERSON (Sir John), à Oxford.
ZAMBACO (Démétrius-Alexandre) (O. ❊), à Constantinople.
CZERNY (Vincent-Joseph), à Heidelberg.
N. . . . .
N. . . . .

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JANVIER 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

M. **Fouqué**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1901.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1902.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXXX (1er semestre 1900) et le Tome CXXXI (2e semestre 1900) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros de l'année 1901 ont été mis en distribution, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1901.

Membres décédés.

Section de Géométrie : M. **Hermite**, décédé le 14 janvier 1901.
Section de Botanique : M. **Chatin**, décédé le 13 janvier 1901.
Section d'Anatomie et Zoologie : M. **de Lacaze-Duthiers**, décédé le 21 juillet 1900.
Section de Médecine et Chirurgie : M. **Potain**, décédé le 5 janvier 1901.

Membres élus.

Section de Géométrie : M. **Humbert**, élu le 18 mars 1901.
Section de Botanique : M. **Zeiller**, élu le 29 avril 1901.
Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Delage**, élu le 25 novembre 1901.
Section de Médecine et Chirurgie : M. **Laveran**, élu le 20 mai 1901.

Académicien libre décédé.

M. **Fauque de Jonquières**, décédé le 12 août 1901.

Académicien libre à remplacer.

M. **Fauque de Jonquières**, décédé.

Associé étranger décédé.

M. le baron **Nordenskiöld**, décédé le 12 août 1901.

Associé étranger à remplacer.

M. le baron **Nordenskiöld**, décédé.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1901.

Correspondants décédés.

Section de Physique générale : M. **Raoult**, à Grenoble, décédé le 1er avril 1901; M. **Rowland**, à Baltimore, décédé le 16 avril 1901.

Section de Botanique : M. **Agardh**, à Lund, décédé le 17 janvier 1901.

Section d'Économie rurale : M. **Marès**, à Montpellier, décédé le 9 mai 1901; Sir **Joseph Gilbert**, à Rothamsted, Saint-Albans-Station, décédé le 23 décembre 1901.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Kowalevsky**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 22 novembre 1901.

Correspondants élus.

Section de Mécanique : M. **Zeuner**, à Dresde, élu le 6 mai 1901, en vertu du décret du 24 juin 1899.

Section de Géographie et Navigation : M. **Normand** (**Augustin**), au Havre, élu le 11 mars 1901, en remplacement de M. Alexis de Tillo, décédé; M. **Davidson**, à San Francisco, élu le 25 mars 1901, en remplacement de M. l'abbé Armand David, décédé; M. **Oudemans**, à Utrecht, élu le 6 mai 1901, en remplacement de M. Da Rocha de Serpa Pinto, décédé.

Section de Physique générale : M. **Gouy**, à Lyon, élu le 25 novembre 1901, en remplacement de M. Raoult, décédé.

Section de Chimie : M. **Paul Sabatier**, à Toulouse, élu le 25 mars 1901, en remplacement de M. **Haller**, élu Membre de la Section de Chimie.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Van Beneden** (**Édouard**), à Liége, élu le 24 juin 1901, en remplacement de M. Flower, décédé; M. **Maupas**, à Alger, élu le 17 juin 1901, en remplacement de M. Marion, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Gould**, à Cambridge (États-Unis), décédé; M. **Souillart**, à Lille, décédé.

Section de Physique générale : M. **Rowland**, à Baltimore, décédé.

Section de Botanique : M. **Agardh**, à Lund, décédé.

Section d'Économie rurale : M. le marquis **Menabrea**, à Rome, décédé; M. **Demontzey**, à Aix, décédé; M. **Marès**, à Montpellier, décédé; Sir **Joseph Gilbert**, décédé.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Kowalevsky**, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Ollier**, à Lyon, décédé; M. **Laveran**, à Lille, élu Membre titulaire de la Section.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Sur la mise au foyer d'un collimateur ou d'une lunette au moyen de la mesure d'une parallaxe.* Note de M. G. LIPPMANN.

« Mettre au point un collimateur, c'est régler le tirage jusqu'à amener la fente dans le plan focal de l'objectif; tout point P de la fente donne alors un point P′ rejeté à l'infini. Si le réglage est incomplet, le point P′ est à une distance finie L de l'observateur. Le problème est donc ramené à celui-ci : mesurer la distance L de l'observateur à un point P′ éloigné et inaccessible.

» Supposons que l'observateur, après avoir visé le point P′, se déplace d'une certaine longueur d perpendiculairement à la ligne de visée et qu'il vise de nouveau P′. Si les deux lignes de visée sont parallèles, P′ est à l'infini; si, au contraire, ces deux lignes font entre elles un angle α, P′ est à une distance L telle que

$$\alpha = \frac{d}{L}.$$

α n'est autre que l'angle sous lequel le déplacement d est vu du point P′; il est ce que les astronomes appellent une *parallaxe*.

» Pour faire l'expérience on vise le point P′ au travers d'une lunette auxiliaire O, munie d'un réticule, et l'on amène l'image de P′ sur ce réticule. Puis on déplace la lunette parallèlement à elle-même d'un nombre de centimètres d qu'il est facile de mesurer. On vise de nouveau : si l'image de P′ est restée sur le réticule, c'est que P′ est à l'infini. Sinon, on modifie le tirage du collimateur jusqu'à ce que le déplacement d ne détruise plus la coïncidence.

» La précision du résultat dépend principalement de la puissance de la lunette auxiliaire O. Supposons, par exemple, cette lunette telle que tout déplacement égal à $0'',1$ soit encore visible.

» Si le déplacement paraît nul, c'est que α est moindre que $0'',1$. Supposons $d = 5^{cm}$. On a donc

$$\frac{d}{L} < 0'',1; \qquad \text{d'où} \qquad L > \frac{5^{cm}}{0'',1},$$

c'est-à-dire

$$L > 100^{km}.$$

» La sensibilité de la méthode croît rapidement, plus que proportionnellement, avec les dimensions de la lunette auxiliaire O. Car, d'une part, la puissance de cette lunette croît avec ses dimensions; d'autre part, le déplacement *d* croît avec le diamètre de l'objectif de O : les deux objectifs devant rester en regard, *d* est au plus égal à la différence des diamètres des deux objectifs. L'objectif du collimateur à régler fonctionne à pleine ouverture, c'est-à-dire dans les meilleures conditions possibles. Quant à l'objectif auxiliaire O, il n'est pas nécessaire qu'il soit parfait, mais seulement que les deux parties marginales symétriques que l'on utilise successivement aient le même foyer : il suffit, en d'autres termes, qu'il soit symétrique et de révolution.

» Une lunette se règle comme un collimateur, en éclairant la croisée des fils de manière à la faire fonctionner comme collimateur. On peut communiquer le déplacement *d*, soit au collimateur à régler, soit à la lunette auxiliaire; il est seulement nécessaire que ce déplacement soit bien parallèle.

» J'ai utilisé, pour faire l'expérience, le chariot d'une machine à diviser dont la glissière, vérifiée [1], a paru parfaitement rectiligne. »

OPTIQUE. — *Méthode pour vérifier si une glissière ou une règle sont rectilignes.* Note de M. G. LIPPMANN.

« Un chariot mobile est guidé par la glissière ou par la règle à vérifier. On déplace le chariot d'une quantité arbitraire : il s'agit de savoir si le chariot est resté parallèle à lui-même.

» Pour s'en assurer on se sert de deux lunettes à réticules M et F placées conaxialement : c'est-à-dire que le réticule de M fait son image sur

---

[1] Il est prudent de vérifier la glissière et de s'assurer qu'elle est bien rectiligne (voir la Note suivante).

Lorsque, sans déplacer le collimateur, on interpose sur le trajet des rayons une lame à faces parallèles que l'on incline sur le faisceau, on produit optiquement un déplacement parallèle du point P'. Le déplacement de l'image qui en résulte, vu dans la lunette auxiliaire, est un effet de parallaxe qui ne s'annule que quand P est à l'infini.

celui de F. Les deux lunettes sont à peu près parallèles à la glissière; M est portée par le chariot et F est fixe. Cela posé, on déplace le chariot; si l'image de l'un des réticules demeure sur l'autre, la glissière est parfaite.

» En ce cas, en effet, les lunettes sont restées conaxiales : l'axe de M est resté parallèle à l'axe de F qui est fixe. Il est bon de remarquer que deux lunettes réglées à l'infini sont conaxiales lorsque leurs axes sont parallèles. Il n'est pas nécessaire qu'ils soient sur le prolongement l'un de l'autre; cette condition, qui n'est jamais exactement réalisée, serait superflue. Il n'est pas nécessaire, pour la même raison, que les lunettes M et F soient exactement parallèles à la glissière. Il est seulement préférable, au point de vue de la qualité des images, que le parallélisme soit suffisant pour que les deux objectifs demeurent approximativement centrés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés de l'hydrure de potassium.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Le potassium maintenu pendant plusieurs heures dans une atmosphère d'hydrogène, à la température de 350°, ne tarde pas à se recouvrir d'une couche transparente et cristalline d'un hydrure au travers de laquelle on aperçoit la surface brillante du métal non attaqué. Cet hydrure peut être séparé de l'excès de métal ainsi que nous l'avons indiqué antérieurement [1] par un épuisement au moyen du gaz ammoniac liquéfié, bien exempt de toute trace d'humidité. Le potassium est enlevé à l'état de potassammonium et il reste une matière blanche, légère, qui est un hydrure alcalin.

» Nous avons cherché à préparer ce composé en variant le temps de l'expérience et la température.

» Nous avons opéré avec du potassium sous forme de fils métalliques maintenu dans une petite nacelle de fer. Cette nacelle était disposée dans un tube horizontal en verre de Bohême, traversé par un courant d'hydrogène pur et sec. En employant un appareil à hydrogène continu de Deville, il était facile de maintenir dans le tube de verre un courant gazeux à une tension supérieure à la pression atmosphérique d'environ $0^{m},10$ de mercure. En réalisant cette expérience dans une bouteille de fer à $+350°$, température d'ébullition du mercure, la formation de cet hydrure est très lente.

---

(1) H. Moissan, *Étude de l'amalgame d'ammonium* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 803).

» Après huit à dix heures de chauffe, on voit qu'il s'est formé à l'une des extrémités de la nacelle (celle qui est opposée à l'entrée dans le tube du gaz hydrogène froid) une petite houppe de cristaux blancs enchevêtrés ayant l'apparence de filaments de coton. Dans ces conditions il n'a pas distillé de vapeur métallique et le verre n'est pas attaqué.

» Si l'on répète la même expérience vers 440°, à la température d'ébullition du soufre, du potassium métallique vient se condenser dans la partie froide du tube, et de chaque côté de la nacelle il se forme un mince anneau de métal et un anneau blanc d'hydrure. Le verre est alors attaqué par la vapeur de potassium.

» Nous avons préféré, pour obtenir l'hydrure de potassium, chauffer doucement le tube de verre renfermant la nacelle à une température de 360°, de telle façon que la partie inférieure du tube fût seule portée à cette température.

» Dans ces conditions, l'hydrure se forme assez facilement et vient se condenser à la partie supérieure du tube, qui se trouve à une température moins élevée. Cette disposition très simple réalise un tube chaud et froid dans lequel l'hydrure est condensé à une température inférieure à celle de sa décomposition. De plus, la petite quantité d'hydrure dissocié fournit du potassium qui, se trouvant sur une paroi à 300° en présence d'un grand excès d'hydrogène, régénère l'hydrure. On obtient ainsi un feutrage de fines aiguilles blanches qui, lorsque l'expérience est bien conduite, ne contiennent pas de potassium libre. Les cristaux sont un peu plus gros et moins altérables que ceux qui sont préparés par condensation de l'hydrure sous forme d'un anneau placé au delà de la nacelle.

» Dès que l'expérience est terminée, on laisse refroidir l'appareil, tout en maintenant le courant d'hydrogène, puis on retire la nacelle contenant l'excès de potassium, et le tube de verre renfermant l'hydrure est scellé à ses deux extrémités.

» *Propriétés.* — L'hydrure de potassium est un des corps les plus altérables que nous connaissions. Il fixe l'humidité de l'air avec une très grande rapidité et se décompose aussitôt en dégageant de l'hydrogène et en laissant de la potasse. Il décompose l'eau froide à la température ordinaire, sans incandescence, produisant à son contact le bruit d'un fer rouge, avec dégagement tumultueux de gaz hydrogène. Il est insoluble dans l'essence de térébenthine, la benzine, l'éther et le sulfure de carbone. Il se dissout dans le potassium en fusion. Sa densité est voisine de 0,80. Elle a été prise au moyen d'un mélange de benzine et d'essence de pétrole, en pro-

portions telles que l'hydrure puisse se maintenir au milieu du mélange.

» Chauffé dans le vide, à une température inférieure au rouge sombre, il se dédouble en potassium et en hydrogène. Cette propriété, comme nous le verrons plus loin, a servi à en établir la composition. Si l'on élève lentement la température, ce composé se dissocie avant sa décomposition complète, et dans la partie froide il se reproduit un anneau blanc d'hydrure à côté d'un mince anneau de potassium métallique.

» Au contact du fluor à froid, il prend feu immédiatement, et la chaleur dégagée dès le début de la combinaison est telle que le restant de l'hydrure est décomposé violemment, l'hydrogène se combinant de suite au fluor et le potassium brûlant avec plus de lenteur dans l'excès de fluor.

» Projeté dans une atmosphère de chlore, il devient incandescent et donne de l'acide chlorhydrique et du chlorure de potassium.

» L'hydrure de potassium prend feu dans l'oxygène sec à la température ordinaire avec un grand dégagement de chaleur. Il se forme de la potasse hydratée et il distille une petite quantité d'eau. Son maniement à l'air est très difficile et il prend feu dès qu'on cherche à le sortir du tube dans lequel il a été préparé.

» En présence du soufre fondu, la décomposition se fait de même avec incandescence. On recueille du sulfure de potassium et de l'hydrogène sulfuré.

» Très légèrement chauffé dans un courant d'acide carbonique, l'hydrure réagit avec incandescence. Dans l'hydrogène sulfuré, à température peu élevée, il fournit de même avec incandescence du sulfure de potassium et un dégagement d'hydrogène.

» Mélangé à l'oxyde de cuivre ou à l'oxyde de plomb et légèrement chauffé, il réduit ces oxydes et met le métal, plomb ou cuivre, en liberté.

» Dans le gaz ammoniac liquéfié, à la pression ordinaire, l'hydrure de potassium ne fournit pas de combinaison. Au contraire, en tube scellé, il donne, avec l'ammoniac liquide, à froid, une combinaison soluble dans un excès d'ammoniac; chauffé vers 400° dans un courant de gaz ammoniac, il fournit l'amidure de potassium.

» *Analyse.* — L'analyse de l'hydrure de potassium a été faite de deux façons différentes.

» Nous avons placé un poids déterminé de cet hydrure dans un tube de verre de Bohême mis en communication avec une trompe à mercure. L'hydrure de potassium est stable dans ces conditions à la température ordinaire, mais dès que l'on chauffe légèrement, il se dédouble en potassium et en hydrogène. Le gaz hydrogène est

recueilli puis mesuré dans une éprouvette pleine de mercure, et le potassium condensé dans le tube est mis ensuite en contact avec de l'eau. Le métal fournit un volume, ramené à 0° et à 760mm, à peu près égal de gaz hydrogène.

» Cette première expérience indique que la composition de cet hydrure répond à la formule KH. Nous ajouterons qu'au moyen d'analyses eudiométriques nous nous sommes assurés de la pureté du gaz hydrogène ainsi préparé.

» Les analyses 1, 2 et 3 ont été faites en décomposant dans le vide une petite quantité d'hydrure par la chaleur. L'hydrogène est recueilli, puis mesuré, enfin son volume est ramené à 0° et à 760mm. On laisse ensuite le potassium s'oxyder lentement en présence de l'air humide exempt d'acide carbonique, et la potasse formée est ensuite dosée.

» Ces nouvelles analyses répondent aussi à la formule KH. Elles nous ont donné les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	Théorie pour KH.
Potassium............	97,6	97,6	97,49	97,5
Hydrogène..........	2,3	2,4	2,5	2,5

« *Conclusions.* — En résumé, par l'action de l'hydrogène sur le potassium à une température de 360°, on obtient un hydrure blanc, cristallisé, de formule KH, instantanément décomposable par l'eau, prenant feu à froid dans le fluor, dans le chlore et dans l'oxygène sec, possédant des propriétés réductrices très énergiques et comparable comme aspect et comme propriétés à l'hydrure de calcium que nous avons décrit précédemment (¹). »

PATHOLOGIE. — *Note sur une tumeur du tendon d'Achille*; par M. LANNELONGUE.

« Les tumeurs du tendon d'Achille sont rares, et il est bon de les signaler quand on les rencontre. La radiographie a permis d'affirmer dans ce cas particulier la nature bénigne d'une de ces tumeurs. Il s'agit d'un homme jeune, n'ayant pas 30 ans, qui, après une course, s'aperçut d'un peu de gène dans le pied gauche et d'un gonflement sur le trajet du tendon d'Achille de ce côté; il y a maintenant près de 2 ans. Il vint me trouver et je reconnus, derrière un léger empâtement superficiel, une tumeur du volume d'un haricot à l'union des deux tiers inférieurs avec le tiers supé-

(¹) H. MOISSAN, *Recherches sur le calcium et ses composés* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XVIII, p. 289).

rieur du tendon. Cette tumeur faisait corps avec ce tendon, se déplaçait avec lui et non sans lui; elle était en plein tissu fibreux. Elle n'était sensible qu'en un point et fort modérément; sa consistance apparaissait comme mollasse. Absolument rien d'autre dans le membre, pas d'engorgement ganglionnaire. La santé générale de ce jeune homme était maintenant excellente; il avait été soupçonné atteint de tuberculose pulmonaire il y a quelques années. Il ne présentait plus aucun phénomène indiquant un reste d'altération de ce côté.

» Après avoir envisagé diverses hypothèses, soumis le malade à un traitement spécifique bien qu'il ne présentât aucune marque de syphilis, je m'arrêtai à l'idée, dans les premiers temps, à la suite d'examens multipliés, renouvelés une fois par semaine en moyenne, soit d'un abcès tuberculeux du tendon d'Achille, soit d'un kyste hydatique. L'hypothèse parfaitement plausible d'une tumeur maligne, d'un sarcome, fut écartée pour diverses raisons.

» Le malade fut soumis à un repos presque absolu, le membre étant étendu durant plusieurs mois; la marche d'ailleurs était toujours gênée et quelquefois douloureuse.

» Il fut question plusieurs fois de procéder à une opération afin de rendre le diagnostic plus exact et surtout pour débarrasser le malade de cette tumeur; mais quelques changements qui s'y produisirent firent rejeter l'idée de toute intervention. La tumeur, en effet, se transforma peu à peu. Elle apparaissait mollasse et comme si elle avait été liquide dans les premiers temps; elle devint plus dense et finalement tout à fait dure plus tard. Son faible volume et son siège au centre du tendon ne pouvaient pas permettre d'y reconnaître la fluctuation.

» Considérant cette transformation comme un signe favorable indiquant une marche accentuée vers la guérison, on devait attendre et ne pas se hâter d'opérer.

» La radiographie a été à ce point de vue utile en montrant les modifications qui se sont produites successivement dans la tumeur.

» On a fait des épreuves régulièrement tous les deux mois dans la même position; le membre sain a été pris en même temps. J'ai donc pu comparer les épreuves.

» Or, les premières donnaient bien l'idée d'une petite tumeur liquide, en plein tissu fibreux du tendon; on y voit, en effet, une tache claire au centre d'une zone légèrement plus foncée. L'aspect mollasse de la tumeur constaté dans les premiers temps correspond à cette apparence. Plus tard,

l'ombre augmente, gagne sur la tache claire et, enfin, dans les deux dernières épreuves, la petite tumeur tout entière donne l'idée d'un corps opaque qui intercepte totalement la lumière. La transformation est définitive et accomplie; l'examen du malade l'indiquait d'une façon très nette. Je le considérais comme guéri à ce moment, et il avait pu reprendre la marche et ses habitudes comme s'il n'avait jamais rien eu.

» Si maintenant je cherche la nature de cette tumeur, je dois reconnaître que la radiographie ne fournit aucune indication importante. Elle nous dit seulement comme la clinique, et même mieux qu'elle, que la tumeur était liquide au début. Or je ne puis m'arrêter qu'à deux espèces de tumeurs liquides dans ce cas particulier : l'abcès tuberculeux, l'acéphalocyste du tendon.

» L'une et l'autre affection sont possibles, quoique très rares. Dans les premiers temps, étant donné surtout le passé du sujet, je me rattachais plutôt à l'abcès tuberculeux. Les transformations ultérieures m'ont fait pencher et croire plutôt à un kyste hydatique, à une poche enkystée d'hydatide, dont la paroi a subi peu à peu la transformation crétacée. Les exemples de kystes hydatiques ne sont pas rares d'ailleurs dans les muscles et j'en ai vu d'assez nombreux exemples. Celui-ci aurait pris son siège non plus dans le muscle mais plus bas, sur son tendon, ce qui se conçoit sans difficulté. Le fait de la guérison par transformation crétacée mérite d'être signalé spécialement. »

MÉCANIQUE. — *Stabilité, pour des perturbations quelconques, d'un système affecté d'un mouvement de rotation uniforme.* Note de M. **P. Duhem**.

« Dans un précédent Travail ([1]), dont nous garderons ici les notations, nous avons établi, par une méthode imitée de Lejeune-Dirichlet, un critérium qui assure la stabilité de l'équilibre relatif d'un système animé d'un mouvement de rotation uniforme. Toutefois, le critérium que nous avons donné est soumis à une restriction : il suppose que la perturbation apportée au système ne modifie pas le moment par rapport à l'axe de rotation de la quantité de mouvement du système.

([1]) *Sur la stabilité d'un système animé d'un mouvement de rotation* (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1021; 29 avril 1901). — *Sur la stabilité de l'équilibre relatif d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation* (*Journal de Mathématiques*, 5e série, t. VII, p. 331; 1901).

» Une démonstration, analogue à celle que nous avons donnée de ce critérium, permet de l'étendre de telle sorte qu'il ne soit plus borné par la restriction dont nous venons de parler.

» Voici l'énoncé de ce nouveau critérium :

» *Soit* M_0 *une valeur du moment de la quantité de mouvement. Supposons que, pour toute valeur* M, *suffisamment voisine de* M_0, *de la même quantité, on puisse énoncer les propositions suivantes :*

» 1° *A chaque valeur de* M *correspond un état d'équilibre* $\mathcal{E}$ *dans lequel la somme* $\Phi = \mathfrak{F} + \Omega + W$ *prend une valeur minimum parmi celles qu'elle peut prendre sans changement dans la valeur de* M;

» 2° *L'état* $\mathcal{E}$ *varie d'une manière continue lorsque la valeur de* M *varie d'une manière continue.*

» *Dans ces conditions, l'état* $\mathcal{E}_0$ *qui correspond à la valeur* M_0 *de* M *est stable même pour les perturbations qui altèrent le moment de la quantité de mouvement du système.*

» La définition des mots *continu* et *minimum*, qui figurent dans cet énoncé, suppose la définition préalable des mots : *état voisin d'un état donné*; or ces mots n'ont pas exactement ici leur sens habituel. Soient α_0, β_0, γ_0, ... les variables qui définissent l'état d'une masse élémentaire *dm* en un état $\mathcal{E}_0$ du système, et α, β, γ, ... les valeurs des variables relatives à la même masse *dm* en un autre état $\mathcal{E}$ du système; nous dirons que l'état $\mathcal{E}$ est infiniment voisin de l'état $\mathcal{E}_0$ lorsque les différences $(\alpha - \alpha_0)$, $(\beta - \beta_0)$, $(\gamma - \gamma_0)$, ... seront infiniment petites pour toutes les masses élémentaires *dm*, *sauf peut-être pour certaines d'entre elles, pourvu que la somme de ces dernières soit elle-même infiniment petite.*

» Il est clair qu'une quantité minimum, au nouveau sens du mot, en un état $\mathcal{E}_0$ du système, y est *a fortiori* minimum selon le sens habituel du mot; mais la réciproque de cette proposition n'est pas vraie.

» Il est indispensable de modifier, comme nous venons de le faire, le sens des mots *état voisin*, même lorsqu'on se propose simplement d'étendre le critérium de Lejeune-Dirichlet à un système continu qui ne peut être défini par un nombre limité de variables indépendantes (¹). »

(¹) *Recherches sur l'Hydrodynamique;* première Partie ; *Sur les principes fondamentaux de l'Hydrodynamique* (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse,* 2ᵉ série, t. III, p. 362; 1901).

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. Livet soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « La bacilline, dans le traitement de la phtisie pulmonaire ».

(Commissaires : MM. Bouchard, Lannelongue, Brouardel.)

M. Th. Ballé adresse un Mémoire, accompagné de Planches, sur un hélicoptère destiné à l'aviation.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume intitulé : « Joseph-Alexandre Laboulbène (1825-1898), par les Drs *Louis Beurnier* et *Pierre Cambours*, avec une Préface de M. *Lannelongue* ». (Présenté par M. Lannelongue.)

M. C. Tissot adresse des remercîments à l'Académie, pour la distinction accordée à ses travaux.

GÉOGRAPHIE. — *Sur la position géographique d'In-Salah, oasis de l'archipel touatien (Tidikelt), Sahara central.* Note de M. G.-B.-M. Flamand, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« La fixation de la position d'In-Salah a été, depuis le commencement du dernier siècle jusqu'à ce jour, l'objet de nombreuses controverses, et si les géographes qui se sont occupés de résoudre cet important problème sont sensiblement d'accord quant à la latitude de ce lieu, il est loin d'en être de même en ce qui concerne sa longitude.

» Avant 1828, *Aïn-Salah, dans l'oasis de Touat, est placé ordinairement vers 1° E. de Paris et à 24°30′ latitude*, sans qu'on sache, avec un peu de précision, quelle est la valeur de ces nombres (?), déterminés seulement par l'estime d'itinéraires indigènes et leurs constructions graphiques.

» C'est à cette époque qu'apparaît alors le très précieux document publié dans le Tome XXXVIII, Cahier 75, du *Quarterly Review*, London, contenu dans l'article IV,

sans nom d'auteur, intitulé : *Memoirs of the life and travels of John Ledyard from is Journals and correspondance*, dans lequel plusieurs passages ont trait au voyage du major Laing entre In-Salah et Tombouctou. « Il (major Laing) atteint Ensala le » 3 décembre; c'est la ville la plus orientale de la province de Touat .....; elle est » située en latitude par 27° 11′ N. et en longitude 2° 15′ E. (Greenwich) »; soit 0° 5′ 14″ O. de Paris.

» On sait la longue discussion qui s'engagea au sujet des conditions dans lesquelles devaient se trouver les instruments de Laing lorsqu'il fit ses observations, et aussi même au sujet de la désignation exacte du point (Akably ou In-Salah) où il avait opéré; on contesta même que ces nombres fussent les résultats d'observations astronomiques.

» Enfin, en 1830, Jomard, dans son étude citée plus haut, page 212, venait heureusement fixer In-Salah comme lieu des observations de Laing; mais il apportait d'autre part, quant à la détermination de la longitude de ce point, une donnée nouvelle dont la relation avec la première est restée obscure :

« C'est la première fois que cette observation est publiée : je la dois à mon savant » ami M. le capitaine Sabine; lui-même était lié d'une affection intime avec l'infor- » tuné voyageur qui la lui transmit après une première attaque essuyée au sortir de » cette oasis. Ce n'est pas à Akably même que le major Laing a observé, mais à Aïn- » Salah.... Suivant le major, sa position est *zéro degré vingt-neuf minutes à l'oc-* » *cident de Paris*, et *vingt-sept degrés onze minutes trente secondes latitude N* (*sic*). » Malgré la différence de ce résultat avec ce qui existe sur toutes les cartes, j'ai cru » pouvoir le consigner sur la carte générale du voyage. »

» D'autres valeurs de la longitude d'In-Salah ont été choisies par d'éminents géographes qui, presque tous, rejetèrent les déterminations de Laing, en se basant sur le mauvais état de ses instruments à cette date du 3 décembre 1825. Hassenstein penche pour une détermination *par estime*; en ce qui concerne le chiffre de Laing pour la longitude, il écarte l'idée d'une observation astronomique comme base de cette détermination, et il lui substitue une autre valeur déduite *par estime* des journées de marche de l'itinéraire de G. Rohlfs. Il fixe ainsi la position d'In-Salah : lat. 27° 30″ nord, et long. 2° 10′ est de Greenwich, c'est-à-dire 0° 10′ ouest de Paris, ou longitude de 5′ plus occidentale que celle de Laing. J. Pouyanne adopte la latitude 27° 11′ 30″ donnée par Laing (Sabine-Jomard). « In-Salah, dit-il, est à mon avis trop haut sur » les cartes allemandes »; mais, pour la longitude, il l'écarte, et, se basant sur les étapes de l'itinéraire de G. Rohlfs, en les prenant à rebours, de Temassinin à In-Salah (la position de Temassinin étant alors déterminée astronomiquement par la mission Flatters), il adopte le chiffre de 0° 16′ ouest de Paris. Un peu plus tard (1886), M. A. Lechatelier adopte (p. 367, carton) les chiffres de Laing donnés par Jomard, mais il les attribue au Ksar de Miliana, situé au nord d'In-Salah.

» Le Service géographique de l'Armée, tenant compte de mes déterminations (Gourara) et d'itinéraires nouveaux d'officiers, fit subir à tout

l'ensemble des oasis un mouvement vers l'est, qui porta In-Salah de 0°29′ *ouest* (*de Paris*) à 0°3′ *ouest* (différence 26′).

» Dès 1893, M. F. Foureau, dans une lettre adressée à la Société de Géographie de Paris, et dans son rapport de mission (1893-1894), faisait ressortir qu'à la suite de son cheminement à la boussole, entre Hassi el Hadj-Moussa et Hassi el Mongar, « la longitude jusqu'ici admise pour le » gisement d'In-Salah était erronée, et que tout le portait à croire qu'il y » avait lieu de rejeter ce point de beaucoup dans l'est ».

» D'après le dessin de son itinéraire, M. F. Foureau trouvait comme coordonnées probables d'In-Salah : *latitude nord* 27°11′ et *longitude est* 0°23′40″. Enfin, en 1898, ce même explorateur, en se basant, d'une part, sur son précédent cheminement et, d'autre part, sur les observations astronomiques faites au cours de ma mission au Gourara en 1896 [Tin-Haïmed et Guern ech Chouf pour le relèvement de Tabel Koza, Hassi el Khomeur (fort Mac-Mahon), etc.] qui reportaient notablement dans l'est les positions primitivement admises de ces mêmes points, faisait ressortir que si, à la position attribuée dans l'origine (à In-Salah), soit 0°5′ longitude ouest de Paris, on ajoutait la correction vers l'est que nous venons d'indiquer, soit 28′ *pour la moyenne*, on retrouvait pour la longitude d'In-Salah 0°23′ *est de Paris*, c'est-à-dire la valeur que M. Foureau avait précédemment déduite par cheminement.

» Au cours de ma dernière mission dans les régions du Tadmaït et du Tidikelt (*Archipel touatien*) (octobre 1899-février 1900), j'ai pu me livrer à la détermination des positions géographiques des campements principaux de mon itinéraire, et tout particulièrement de celle d'In-Salah. M. Ch. Trépied, directeur de l'observatoire d'Alger, grâce aux conseils et à la collaboration duquel j'ai dû de mener à bien les travaux astronomiques de ma mission, a bien voulu se charger des calculs de mes observations. Je suis heureux de pouvoir lui exprimer ici ma très vive reconnaissance pour la sollicitude qu'il a toujours témoignée à mes travaux et à mes missions.

» La détermination de la latitude que j'ai faite à In-Salah (Ksar Kebir, cour sud-orientale de la casbah du Bajouda) résulte de six séries d'observations circum-méridiennes du Soleil, effectuées au moyen d'un sextant donnant les 10″ sexagésimales; la moyenne des valeurs obtenues est

27°10′46″ latitude nord.

» La longitude a été déterminée de deux manières différentes :

» 1° Au moyen de l'occultation par la Lune de l'étoile 65 Bélier le 10 janvier 1900;

» 2° Par des observations d'angle horaire du Soleil faites au sextant du 6 au 16 janvier 1900, la marche du chronomètre ayant été déduite de comparaisons télégraphiques effectuées avec l'observatoire d'Alger, à Touggourt et à Ouargla au départ, et à El Goléah au retour.

» Les résultats sont les suivants :

	Longitudes.		
	En arc.	En temps.	
Par l'occultation de 65 Bélier.............	0°.7′.15″	$0^h.0^m.29^s$	Est de Paris.
Par l'observation d'angle horaire du Soleil ...	0°.7′.45″	$0^h.0^m.31^s$	»

» Il n'y a donc qu'une différence de 2^s de temps entre les résultats fournis par les deux méthodes employées.

» J'ai, d'autre part, l'honneur de communiquer à l'Académie les coordonnées géographiques de cinq autres points, campements principaux, compris dans l'itinéraire de ma mission du Tidikelt; elles sont indiquées dans le Tableau suivant :

Campements.	Latitudes.	Longitudes. En arc.	Longitudes. En temps.	Observations.
	° ′ ″	° ′ ″	h m s	
Hassi Inifel (sur la terrasse du Fort).............	29.48.45	1.27.15 E	0.5.49	Latitude par deux séries de circumméridiennes du Soleil (sextant).
Hassi In-Sokki : terre-plein caillouteux en amont du puits (225^m), direction SSW	28.28.34	1.25.45 E	0.5.43	Latitude par une série de circum-méridiennes 4 pointés (sextant).
Tilmas Skikki : plateau à la pointe du confluent de l'Oued Skikki et de l'Oued In-Sokki...............	28. 5.52	1.20.45 E	0.5.23	Latitude par la Polaire 12 pointés (théodolite).
Oued Melah (sur la rive droite, bord du thalweg) au sud-est du Tilmas Melah.	27.49.35	1.18.15 E	0.5.13	» »
Hassi Farèz Oum el Lill (Ers Mellel) : 150^m à l'est du puits...............	27.32.11	1. 8.15 E	0.4.33	Latitude par trois séries de circumméridiennes (sextant). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains systèmes d'équations linéaires aux différentielles totales.* Note de M. **Émile Cotton**.

« Les systèmes d'équations linéaires aux différentielles totales que j'étudie ici sont une généralisation des systèmes de Lie (formés d'équations différentielles ordinaires) étudiés par M. Lie [1] et par M. Vessiot [2].

» I. Dans les équations finies d'un groupe

$$(1) \qquad x_i = f_i(x_1^0, \ldots, x_n^0; a_1, a_2, \ldots, a_r) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

remplaçons les paramètres $a_1, \ldots, a_r$ par r fonctions $\varphi_1(u_1, \ldots, u_p), \ldots, \varphi_r(u_1, \ldots, u_p)$ de p nouvelles variables $u_1, \ldots, u_p$. Les n fonctions x_i des variables u ainsi obtenues constituent, quelles que soient les constantes x^0, un système de solutions d'un système complètement intégrable de la forme

$$(2) \qquad dx_i = \sum_{j=1}^{r} \xi_{ji}(x)\, l_j(du) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Dans ces équations, les ξ sont les coefficients des dérivées de f dans les transformations infinitésimales

$$(3) \qquad X_j f = \sum_{i=1}^{n} \xi_{ji}(x) \frac{\partial f}{\partial x_i}$$

du groupe (1), les $l_j(du)$ désignent r expressions de Pfaff construites avec les variables u et leurs différentielles.

» Donnons-nous maintenant les transformations infinitésimales (3) d'un certain groupe, et considérons *a priori* un système de la forme (2). *Pour qu'il soit complètement intégrable*, il faut et il suffit que les $l_j(du)$ et leurs covariants bilinéaires $l_j(du, \delta u)$ satisfassent aux identités

$$(4) \qquad l_j(du, \delta u) = \sum_{\lambda, \mu = 1}^{r} c_{\mu\lambda j} [l_\mu(du) l_\lambda(\delta u) - l_\mu(\delta u) l_\lambda(du)],$$

où les c désignent les constantes de structure du groupe (3).

---

(1) Lie-Scheffers, *Vorlesungen über continuierliche Gruppen*, p. 791.

(2) *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, t. VIII, H; 1894. — Ce Mémoire m'a servi de guide dans la plupart des recherches dont les résultats sont résumés ici.

» Nous appellerons *systèmes* (L) les systèmes complètement intégrables de la forme (2).

» II. *Les systèmes* (L) *admettent un système fondamental de solutions.* — Voici ce que nous entendons par là : Soient (2) les équations d'un système (L). Il existe un entier m et n fonctions J_i des $(m+1)n$ variables $x_1, \ldots, x_n; x'_1, \ldots, x'_n; \ldots; x^m_1, \ldots, x^m_n$ possédant la propriété suivante. Si l'on remplace les mn dernières variables $x'_1, \ldots, x^m_n$ par m systèmes déterminés, d'ailleurs quelconques, de solutions des équations (2), on aura le système le plus général de solutions des équations (2) en résolvant en $x_1, \ldots, x_n$ les équations

$$J_i(x_1, \ldots, x_n; x^1_1, \ldots, x^1_n; \ldots; x^m_1, \ldots, x^m_n) = C_i,$$

où les C_i désignent des constantes arbitraires.

» *Réciproquement,* si un système complètement intégrable d'équations linéaires aux différentielles totales admet un système fondamental de solutions, il est de la forme (2). La propriété précédente est donc une propriété caractéristique des systèmes (L).

» III. La forme même des conditions d'intégrabilité (4) montre que si l'on obtient un système (L) en adjoignant r expressions de Pfaff $l_j(du)$ aux transformations infinitésimales $X_j f$ d'un certain groupe, on aura encore un système (L) en adjoignant les mêmes expressions de Pfaff aux transformations infinitésimales d'un groupe $Y_j f$ holoédriquement isomorphe au précédent. (Les deux groupes $X_j f$ et $Y_j f$ sont supposés rapportés isomorphiquement l'un à l'autre.)

» Cette remarque permet d'établir, pour les systèmes (L), des *théorèmes analogues à ceux que M. Vessiot a donnés, pour les systèmes de Lie,* dans les Chapitres I et II du Mémoire cité plus haut. Je me contente d'énoncer ici les deux suivants, relatifs au cas où les équations finies du groupe (3) sont connues.

» *L'intégration de* (2) *et celle du système obtenu en adjoignant les* $l_j(du)$ *aux transformations infinitésimales du groupe des paramètres du groupe* (3) *sont deux problèmes équivalents.*

» *L'intégration de* (2) *revient à celle du système linéaire obtenu en adjoignant aux* $l_j(du)$ *les transformations infinitésimales du groupe adjoint du groupe* (3), *et, en outre, à des quadratures lorsque* (3) *admet des transformations infinitésimales distinguées.*

» IV. En résumé, si l'on met à part les conditions d'intégrabilité dont on n'a pas à s'occuper à propos des systèmes de Lie, il y a une analogie

complète entre les systèmes de Lie et les systèmes (L). Cette analogie se présente même dans les applications, puisque la théorie du trièdre mobile [1] donne, pour les mouvements à un paramètre, des systèmes de Lie, et, pour ceux à plusieurs paramètres, des systèmes (L). »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les vibrations universelles de la matière.* Note de M. A. Korn, présentée par M. E. Picard.

« Les théories mécaniques que j'ai eues en vue, dans le travail dont cette Note donne le principe, se rattachent aux expériences connues de M. C.-A. Bjerknes et ont pour but de remplacer toute action à distance par des actions mécaniques se propageant d'une manière continue dans une matière très fine qui obéit, du moins pour les mouvements très rapides, aux lois de l'Hydrodynamique. Supposons que la matière pondérable se compose de particules faiblement compressibles, qui nagent dans un *éther* (théoriquement) incompressible et infini, alors l'Analyse mathématique nous apprend que ce système admet un nombre infini de vibrations, dont les durées

$$T_0, \quad T_1, \quad T_2, \quad \ldots, \quad T_j, \quad \ldots$$

(décroissantes avec j) dépendent du nombre, de la forme et de la situation relative des particules compressibles. Ces vibrations peuvent être regardées comme la cause des forces apparentes, avec lesquelles les particules de la matière pondérable semblent agir les unes sur les autres. Il y aura évidemment superposition des forces correspondant à des vibrations d'ordres différents, de manière qu'il suffit d'étudier chaque vibration séparément. L'étude des vibrations de l'ordre zéro nous donnera une théorie mécanique de la gravitation, une explication de la loi d'attraction de Newton; l'étude des vibrations du premier ordre nous donnera une théorie mécanique du frottement dans les masses continues, une explication de la loi de répulsion de Maxwell.

» Aussi longtemps que les particules de la matière pondérable se trouvent assez éloignées les unes des autres, la gravitation l'emporte sur toutes les autres forces correspondant aux vibrations d'un ordre supérieur,

---

[1] Voir les Chapitres I à VII du Livre I des *Leçons sur la Théorie des surfaces* de M. Darboux.

mais quand les particules se rapprochent, prenons comme exemple un gaz que l'on cherche à comprimer, la force de répulsion gagne de l'importance et l'on arrive aux phénomènes du frottement que l'on observe dans les gaz.

» Les vibrations de l'ordre zéro et du premier ordre fournissent une explication mécanique des forces de Newton et de Maxwell; les vibrations du deuxième ordre ne jouent pas un rôle moins important : elles sont la cause des forces capillaires; celles-ci paraissent quand on force les particules d'un gaz à se rapprocher davantage; à un certain moment, les forces capillaires prennent le dessus et le gaz devient liquide. Après cela, n'est-il pas conséquent de regarder aussi les forces de l'élasticité et de l'affinité comme produites par des vibrations d'un ordre supérieur?

» Au point de vue analytique, considérons un système de particules faiblement compressibles dans un liquide infini, supposons les vitesses u, v, w continues dans tout l'espace et posons-nous la question de savoir s'il y a la possibilité d'une vibration

$$(1)\qquad \begin{cases} u = \mathrm{U} \sin \dfrac{t}{\mathrm{T}} 2\pi, \\ v = \mathrm{V} \sin \dfrac{t}{\mathrm{T}} 2\pi, \\ w = \mathrm{W} \sin \dfrac{t}{\mathrm{T}} 2\pi, \end{cases}$$

T (la durée de la vibration) étant très petite en comparaison avec l'unité de temps, U, V, W des fonctions inconnues des coordonnées x, y, z et du temps t, dont les dérivées par rapport à t ne contiennent pas de termes de l'ordre $\frac{1}{\mathrm{T}}$. Les équations hydrodynamiques nous donnent aussitôt la réponse suivante :

» Pour qu'un tel mouvement soit possible, U, V, W doivent être les dérivées partielles d'une fonction Φ, que nous appellerons le potentiel de la vibration en question :

$$(2)\qquad \begin{cases} \mathrm{U} = \dfrac{\partial \Phi}{\partial x}, \\ \mathrm{V} = \dfrac{\partial \Phi}{\partial y}, \\ \mathrm{W} = \dfrac{\partial \Phi}{\partial z}, \end{cases}$$

et Φ doit satisfaire à l'équation

$$(3^a)\qquad \Delta\Phi = 0 \qquad \text{à l'extérieur,}$$

$$(3^b)\qquad \Delta\Phi + k^2\Phi = 0 \qquad \text{à l'intérieur}$$

des particules, où

$$(4)\qquad k^2 = 4\pi^2\frac{\alpha^2}{T^2}$$

et α^2 est une constante particulière de la matière pondérable. La fonction Φ doit être continue avec ses dérivées du premier ordre et s'annuler à l'infini. On peut démontrer qu'il existe une infinité de nombres

$$k_0^2,\quad k_1^2,\quad k_2^2,\quad \ldots,\quad k_j^2,\quad \ldots$$

(croissant indéfiniment avec j) et de fonctions

$$\Phi_0,\quad \Phi_1,\quad \Phi_2,\quad \ldots,\quad \Phi_j$$

(correspondantes à ces nombres) qui satisfont aux conditions du problème énoncé; on voit donc la possibilité d'une infinité de vibrations universelles de la matière pondérable avec les durées

$$(5)\qquad T_j = 2\pi\frac{\alpha}{k_j}\qquad (j = 0, 1, 2, \ldots)$$

et les potentiels Φ_j ($j = 0, 1, 2, \ldots$). La démonstration analytique complète de ce résultat peut être faite en s'inspirant de la méthode imaginée par M. Poincaré pour le problème classique dans lequel on veut avoir

$$\Phi = 0 \qquad \text{(sur une surface S)}$$

et

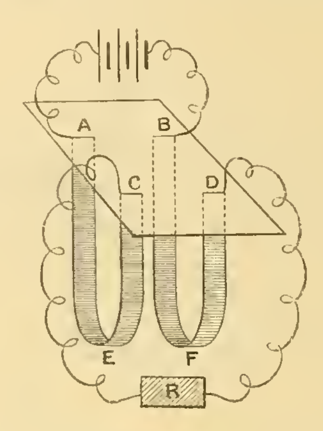
$$\Delta\Phi + k^2\Phi = 0 \qquad \text{(à l'intérieur).} »$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le champ électrostatique autour d'un courant électrique et sur la théorie du professeur Poynting.* Note de M. **W. de Nicolaïève**, présentée par M. H. Poincaré.

« *Appareil.* — Dans un grand tube en verre, placé verticalement, sont suspendues deux chaînettes (AEC) et (BFD) parallèles entre elles, distantes de 4^{mm} à 5^{mm} et consistantes de deux bandes de feuilles p'étain ayant la largeur de 3^{mm}; la flèche (AE) a 30^{cm}; plus elle est grande, plus l'effet

est marquant. Les extrémités libres (A, C, B, D) sont collées à un carton posé sur la section supérieure du tube.

» Les points (A) et (B) des chaînettes sont unis aux électrodes d'une batterie de 100 volts. Les points (C) et (D) restent isolés ou sont unis par



un rhéostat des lampes à incandescence; dans le premier cas, les chaînettes-électroscope reprennent les charges aux potentiels des électrodes; dans le second cas, un courant constant longe les deux chaînettes dans les directions opposées, de sorte que les forces électromotrices tendent à les écarter.

» *Première expérience.* — La batterie est ouverte, les chaînettes disjointes des électrodes sont en repos; on les joint et elles s'approchent; l'attraction est produite par le système des tubes de force électrostatique appliqués aux chaînettes contreposées.

» *Deuxième expérience.* — On ferme la batterie par un rhéostat de 900 ohms; le rapprochement persiste et diffère peu de celui dans le circuit ouvert.

» A présent existe la réaction répulsive électromotrice qui ne se manifeste pas, vu la faiblesse du courant (0,11 ampères). Il se présente une seule explication plausible, c'est que les tubes électrostatiques unissent les chaînettes de la même manière que c'était dans le cas statique, et comme, d'un côté, à cause de la faible chute, les tubes conservent presque les mêmes tensions, et que, de l'autre, la réaction électromotrice est faible, l'effet mécanique reste à peu près le même.

» Dans l'état statique, les différences des potentiels aux extrémités de chaque tube sont les mêmes, et le système des tubes est en équilibre; dans l'état dynamique, les différences des potentiels diminuent depuis 100 volts jusqu'à zéro et l'équilibre est troublé; les pressions transversales dimi-

nuent graduellement, les tubes se déplacent perpendiculairement à leurs axes, glissant le long des conducteurs et balayant le milieu diélectrique. La chute des potentiels le long du circuit montre que chaque tube, après un déplacement infiniment petit, aura une moindre différence des potentiels aux extrémités; cet effet peut être causé par la destruction-décharge des cellules extrêmes au sein des conducteurs. On voit que l'expérience amène aux résultats littéralement coïncidant avec la théorie du professeur Poynting et confirme cette dernière. Quand la résistance intercalée est diminuée jusqu'à 200 ohms, l'attraction se change en répulsion électromotrice. Comme la réaction électrostatique est inversement proportionnelle aux carrés des distances et la réaction électromotrice aux distances mêmes, on peut, variant la distance, faire prévaloir l'une ou l'autre.

» *Troisième expérience.* — Dans le naphte, l'attraction s'augmente.

» *Quatrième expérience.* — Excluant le rhéostat et immergeant les chaînettes dans l'eau distillée, l'attraction devient très énergique et se manifeste à la distance de 4^{cm} à 5^{cm}. Pour se débarrasser des faibles courants hydrodynamiques et se persuader dans le caractère électrique de l'attraction, l'auteur lançait un courant alternatif d'un transformateur et observait l'attraction pendant qu'il dissolvait de plus en plus grandes quantités de quelque sel; le courant et l'électrolyse s'augmentaient graduellement, mais la différence des potentiels sur les chaînettes s'amoindrissait et parallèlement diminuait l'attraction jusqu'à la disparition. Dans cette expérience, les tubes électrostatiques se propagent dans l'eau transversalement aux conducteurs-chaînettes, se détruisent au sein de l'eau à la manière d'une décharge intermoléculaire (à l'aide des ions), et les lignes du courant se dirigent le long des tubes électrostatiques; comme les tensions de ces tubes sont, avant la destruction, plusieurs fois plus grandes que dans l'air, on observe une attraction aussi plus énergique que dans l'air.

» *Cinquième expérience.* — Deux bandes d'étain verticales et distantes de 4^{mm} à 5^{mm} sont immergées dans l'eau; on interpose une plaque de verre un peu plus large que les bandes et l'on observe, pendant le courant, une répulsion des bandes. Les tubes électrostatiques coïncident avec les lignes du courant électrolytique, et, comme la plaque dévie les tubes unissant les faces intérieures contreposées, la résultante des attractions devient plus petite que celle des répulsions occasionnées par les tubes appliqués aux faces extérieures.

» *Sixième expérience.* — On immerge dans l'eau deux feuilles d'étain verticales, parallèles et rapprochées le plus possible, mais cependant ne se collant pas par l'effet de la capillarité; cette paire de feuilles constitue une électrode, tandis que l'autre est un fil métallique vertical, disposé dans le plan de la première électrode, et distante de lui de 3^{cm}; au passage du courant, les feuilles s'approchent un peu du fil et en même temps se divergent l'une de l'autre de la même manière que si elles étaient dans l'air devant un conducteur électrisé. Les quatrième, cinquième et sixième expériences démontrent l'existence du champ électrostatique au sein d'électrolytes.

» *Septième expérience.* — Si les deux conducteurs linéaires dans l'expérience de Hertz sont remplacés par deux chaînettes flexibles, distantes de 15^{cm} à 20^{cm}, elles

s'attirent énergiquement. Ici on a les tubes en mouvement entre les conducteurs linéaires, le long desquels ils glissent par leurs extrémités, et c'est bien la cause de l'égalité de vitesse de propagation dans le milieu et dans les conducteurs. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Équations générales de l'Électrodynamique dans les conducteurs et les diélectriques parfaits en repos.* Note de M. E. CARVALLO, présentée par M. H. Poincaré.

« 1. *Introduction* (¹). — Dans ma précédente Note, je suis arrivé aux deux lois fondamentales de l'Électrodynamique.

» PREMIÈRE LOI. — *Le flux du courant total à travers une surface fermée est nul.*

» SECONDE LOI. — *La force électromotrice totale dans un contour fermé est nulle.*

» Je vais en expliquer l'interprétation dynamique et en formuler l'expression analytique. J'aurai ainsi les équations fondamentales de l'Électrodynamique. Je les appliquerai au cas particulier indiqué dans le titre. Enfin, je comparerai mes résultats à ceux de Maxwell.

» 2. *Interprétation dynamique des deux lois fondamentales.* — Les éléments qui entrent dans les deux lois s'interprètent ainsi : le courant total u est la vitesse de la coordonnée électrique q; il est égal au courant de conduction p dans les conducteurs, au courant de déplacement p_1 dans les diélectriques; dans les deux cas, à $p + p_1$. Le vecteur force électromotrice appliquée U comprend plusieurs parties : celle de Joule, $P = \frac{-p}{C}$, égale au quotient du courant par la conduction, se trouve dans les conducteurs et correspond au frottement; celle de la force électrique

$$P_1 = -X = -\frac{4\pi}{K}\int p_1\,dt$$

se trouve dans les diélectriques et correspond à la réaction d'un ressort; celle des générateurs et récepteurs P_2 correspond à la force appliquée qui vient des générateurs et récepteurs dynamiques, tels que chutes d'eau et

(¹) J'ai cherché à adopter les notations de Maxwell (*Traité d'Électricité*, t. II, n° 618). Mais un changement m'a été imposé, pour les forces électromotrices, par des divergences de vue sur ces forces; de plus, pour soulager la mémoire, j'ai désigné chaque vecteur par la lettre qui représente sa première composante. C'est ainsi que le vecteur a est celui qui a pour composantes a, b, c. Enfin j'ai adopté la notation de Grassmann, préférable à celle de Hamilton, pour représenter la partie vectorielle et la partie algébrique du produit des deux vecteurs.

machines-outils. L'intégrale de ces forces le long du contour représente le travail virtuel total des forces appliquées pour le déplacement électrique virtuel $\delta q = 1$ le long du contour. Il faut y ajouter le travail des forces d'inertie. C'est le flux, à travers le contour, du vecteur $-a'$ égal à la dérivée de l'induction magnétique changée de signe. Le total doit être égal à zéro; c'est la seconde loi. L'interprétation des deux lois fondamentales est évidente. La première correspond à la liaison d'incompressibilité de l'Hydrodynamique; la seconde exprime que le travail total des forces est nul pour tout déplacement virtuel δq compatible avec la liaison. Elles doivent donc contenir les équations générales de l'électricité pour les corps en repos. Pour les corps en mouvement, il suffit d'ajouter les forces d'inertie que j'ai étudiées au sujet de la roue de Barlow ([1]), puis les équations relatives aux déplacements virtuels des corps mobiles. Les équations relatives aux déplacements électriques sont de deux sortes, suivant qu'on envisage soit la masse d'un milieu continu, soit la surface de séparation de deux milieux différents. Nous allons les établir.

» 3. *Équations indéfinies dans un milieu continu.* — Appliquez la première loi à la surface de l'élément $dx\,dy\,dz$ et la seconde loi au contour de chacune de ses trois faces $dx\,dz$, ... Par un raisonnement simple et d'ailleurs classique, vous trouverez

$$\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0,$$

$$\frac{dW}{dy} - \frac{dV}{dz} - a = 0, \qquad \cdots$$

» Dans la notation vectorielle de Grassmann, ces équations s'écrivent

(I) $$\frac{d}{dx}\Big|\, u = 0 \qquad (cf.\ \text{Maxwell, n}^{\text{o}}\ 607),$$

(II) $$\Big|\left[\frac{d}{dx}\mathrm{U}\right] - a' = 0 \qquad (cf.\ \text{Maxwell, éq. A, B, I; n}^{\text{os}}\ 591,\ 598,\ 611).$$

Suivant que le corps est conducteur ou diélectrique, elles deviennent

$$\frac{d}{dx}\Big|\, p = 0, \qquad \Big|\frac{d}{dx}\left(-\frac{p}{\mathrm{C}} + \mathrm{P}_2\right) = a' \quad \text{(conducteur)};$$

$$\frac{d}{dx}\Big|\,\frac{\mathrm{K}}{4\pi}\frac{d\mathrm{X}}{dt} = 0, \qquad \Big|\left[\frac{d}{dx}(-\mathrm{X} + \mathrm{P}_2)\right] = a' \quad \text{(diélectrique)}.$$

» 4. *Équations à la surface de séparation de deux milieux.* — Prenez les

---

([1]) Carvallo, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 924 et 1195; 2 et 23 déc. 1901.

axes Ox, Oy parallèles à la surface et appliquez la première loi à l'élément $dx\,dy\,dz$, la seconde loi aux faces de cet élément, vous obtiendrez, en affectant d'un accent les lettres relatives au second milieu,

$$\text{(III)} \qquad U = U', \qquad V = V', \qquad w = w'.$$

» Ainsi, *la composante tangentielle de la force électromotrice est continue; la composante normale du courant total est continue.*

» Trois cas se présentent suivant que les milieux sont tous deux conducteurs, tous deux diélectriques, ou l'un conducteur et l'autre diélectrique. Les équations deviennent, dans ces trois cas,

$$(1) \qquad \frac{p}{C} - P_2 = \frac{p'}{C'} - P'_2, \qquad \frac{q}{C} - Q_2 = \frac{q'}{C'} - Q'_2, \qquad r = r',$$

$$(2) \qquad X - P_2 = X' - P'_2, \qquad Y - Q_2 = Y' - Q'_2, \qquad K\frac{dz}{dt} = K'\frac{dz'}{dt},$$

$$(3) \qquad \frac{p}{C} - P_2 = X' - P'_2, \qquad \frac{q}{C} - Q_2 = Y' - Q'_2. \qquad r = \frac{K'}{4\pi}\frac{dz'}{dt}.$$

» En particulier, si chacun des milieux est homogène, P_2, P'_2, Q_2, Q'_2 sont nuls. Si, de plus, la force électrique initiale est nulle, l'intégration des équations de la dernière colonne conduit à des énoncés simples des formules.

» 5. *Comparaison de nos formules avec celles de Maxwell.* — La formule (I) est dans Maxwell; la formule (II), quoique en divergence avec Maxwell, conduit, pour les conducteurs d'une part et pour les diélectriques d'autre part, aux mêmes équations qu'on peut déduire des équations A, B, I de Maxwell (n°s 591, 598, 611). Une différence fondamentale est dans l'interprétation des diverses forces électromotrices que Maxwell semble confondre entre elles. La différence s'accentue dans les formules du n° 4. Les formules (1) concordent avec celles de Maxwell (n° 310). Je n'y trouve pas les formules (2) et (3), que je crois nouvelles.

» Deux caractères différentient notre théorie de celle de Maxwell. C'est, d'une part, la considération exclusive des contours fermés pour écrire les équations de l'équilibre dynamique de l'électricité et, d'autre part, la distinction et la localisation des diverses forces électromotrices qui semblent confondues dans Maxwell; je place exclusivement celle de Jacobi dans les conducteurs, celle qui vient de la différence de potentiel dans les diélectriques.

» Notre méthode semble s'imposer par sa simplicité, par l'absence d'hypothèse, enfin par l'interprétation mécanique que j'ai exposée au n° 2 et

qui fait rentrer les lois de l'Électrodynamique dans le principe général des travaux virtuels. »

PHYSIQUE. — *Nouvelle méthode pour la mesure et l'inscription des températures élevées.* Note de M. **André Job**, présentée par M. J. Violle.

« J'ai indiqué, il y a quelque temps [1], une nouvelle méthode pour l'étude de la viscosité des gaz : on produit l'électrolyse dans un voltamètre où les gaz dégagés ne trouvent d'autre issue qu'un tube capillaire [2]. Il en résulte un excès de pression dans l'appareil et, comme le débit est connu, cet excès de pression mesure la viscosité.

» Cette méthode très simple se prête à de nombreuses applications. Je vais en décrire une qui est particulièrement importante au point de vue pratique : la mesure des températures.

» On sait depuis Graham que la viscosité d'un gaz augmente rapidement quand la température s'élève. Si cette propriété était susceptible de mesures précises, elle pourrait donc servir à repérer la température et l'on réaliserait, sous une forme nouvelle, un véritable thermomètre à gaz. Un essai dans ce sens a été tenté par Barus (*Geological Survey of U. S.*, 1889) et, depuis, Callendar (*Nature*, t. XLIX, p. 494) a décrit un appareil fondé sur le même principe.

» Les méthodes qu'ils proposent peuvent donner des résultats entre les mains de physiciens exercés; mais elles sont trop compliquées et trop délicates pour entrer dans la pratique courante. Au contraire, toute difficulté disparaît si l'on emploie le voltamètre.

» Supposons qu'on dirige le courant constant de gaz électrolytique successivement dans deux tubes capillaires, l'un froid et l'autre chaud. L'excès de pression produit dans le voltamètre passe d'une valeur h à une valeur H, et le rapport $\frac{H}{h}$ ne dépend que de l'écart des températures. La simple lecture du manomètre donne donc la mesure de cet écart.

» Pour réaliser l'appareil, il faut disposer le voltamètre pour que l'hydrogène et l'oxygène s'y dégagent séparément. Il ne conviendrait pas, en effet, d'envoyer leur mélange dans un tube fortement chauffé. Il ne convient pas non plus d'y envoyer de

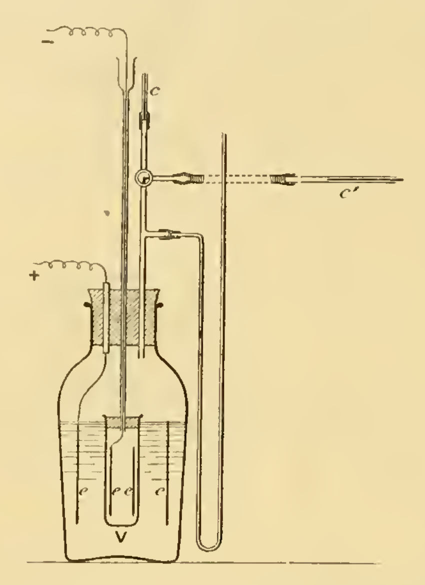
---

(1) Séances de la Société de Physique; janvier 1901.

(2) Ce voltamètre, que chacun peut construire aisément, remplace avec avantage l'ampèremètre dans les laboratoires d'électrochimie (*Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XXV, p. 7). Je dois rappeler que MM. Bredig et Hahn, en Allemagne, ont, en même temps que moi, imaginé le même appareil.

l'hydrogène qui, aux températures élevées, se diffuserait à travers les enveloppes. La mesure du débit doit donc porter sur l'oxygène.

» La figure indique la disposition qu'on donnera à l'appareil. On prend un flacon à large col d'environ 250$^{cm^3}$, fermé par un bouchon de caoutchouc à trois trous. L'un des trous livre passage à une tige métallique pleine qui supporte une électrode en tôle mince. Dans un autre trou on fait passer un tube à entonnoir. Ce tube pénètre par sa partie inférieure dans le bouchon d'un vase poreux V qui se trouve ainsi suspendu à l'intérieur du flacon. Le vase poreux contient la seconde électrode en tôle, et



un fil de fer glissé dans le tube la met en communication avec le circuit extérieur. Ainsi se trouvent constituées les deux cellules électrolytiques. On y verse une solution de soude à 15 pour 100 qu'on recouvre d'une légère couche de pétrole pour l'empêcher de mousser. Quand le courant passe, le gaz libéré sur l'électrode intérieure s'échappe par le tube à entonnoir; on fera en sorte que ce soit l'hydrogène. L'oxygène se dégage à l'intérieur du flacon. Pour mesurer son débit, on ajuste dans le bouchon un tube en T dont l'une des branches porte un manomètre à eau, et l'autre un robinet de dégagement à trois voies relié par des tubes de caoutchouc aux deux tiges capillaires (c, c').

» Il faut maintenant faire choix des tubes capillaires. L'un d'eux est un tube témoin qui doit rester à la température ordinaire. Ce sera une simple tige pour thermomètre. L'autre doit être porté dans le foyer; il faut donc le choisir de telle sorte qu'il puisse supporter de hautes températures sans éprouver de déformations permanentes. On peut trouver aisément des tubes de porcelaine dont le diamètre intérieur ne dépasse pas 1^{mm}. Un tel tube n'est pas encore assez fin, mais, si l'on y engage sur une longueur d'environ 5^{cm} un fil de platine capable d'y glisser à frottement doux, l'espace compris entre le fil et son enveloppe est assez étroit pour réaliser un obstacle capillaire [1].

---

[1] Il suffit que, pour un débit d'un ampère-oxygène, le tube crée, à la température ordinaire, un excès de pression d'environ 30^{mm} d'eau.

» L'appareil ainsi constitué a été étudié par comparaison avec un pyromètre thermoélectrique de M. Le Chatelier. Le tube capillaire et le couple ont été placés côte à côte dans un four et portés plusieurs fois à des températures d'environ 1200°. J'ai constaté que les mesures de pression et les indications du galvanomètre demeuraient toujours parfaitement concordantes. Le pyromètre à viscosité reste donc comparable à lui-même. C'était facile à prévoir : le fil de platine est bien maintenu dans une position invariable à l'intérieur de sa gaine de porcelaine. De plus, il s'y trouve constamment baigné dans un courant d'oxygène qui le préserve de toute altération.

» La comparaison a conduit en outre à un résultat important. *Le rapport $\frac{H}{h}$ variait comme une fonction linéaire de la température.* Il résulte de là qu'il suffit de déterminer deux points fixes pour connaître complètement la graduation de l'appareil.

» En somme, on a là un pyromètre très commode, précis et sensible, que chaque opérateur peut construire et graduer lui-même. Il semble appelé à rendre des services dans les cas où l'installation d'un galvanomètre et d'un couple fait défaut. Mais il présente en outre un avantage nouveau : les variations de température étant traduites par des variations de pression, leur inscription est rendue facile. On fera passer dans le voltamètre un courant d'intensité constante, le gaz dégagé sera dirigé d'une façon permanente dans le tube capillaire chaud, et un manomètre enregistreur relié au voltamètre tracera la courbe des températures.

» Je me propose de compléter bientôt et d'interpréter ces résultats. Le système capillaire platine-porcelaine, très commode au point de vue pratique, n'est pas assez simple pour l'étude théorique des variations de viscosité. Je la reprends actuellement avec des tubes capillaires cylindriques et d'une seule matière. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier* 1902. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« J'ai montré récemment (1) que le champ magnétique terrestre est troublé à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, depuis l'établissement des lignes de tramways électriques à trolley dans la région. Pour la même cause,

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 999; 1901.

les observations magnétiques de Nice et de Perpignan ne présentent plus maintenant une garantie suffisante pour être publiées. Je dois donc me borner, cette année, à donner les valeurs obtenues à l'Observatoire du Val-Joyeux.

» Ce nouvel établissement, destiné à remplacer la station magnétique du Parc Saint-Maur, est situé sur le territoire de la commune de Villepreux, à 9^{km} ONO de Versailles, par 0° 19′23″ de longitude ouest de Paris, et 48°49′16″ de latitude nord. Le magnétographe de M. Mascart, mis en service en décembre 1900, a fonctionné très régulièrement pendant toute l'année 1901. Les courbes de variations, dont les repères sont fréquemment vérifiés, sont dépouillées pour chaque heure du jour.

» Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1902 sont déduites de toutes les valeurs horaires relevées le 31 décembre 1901 et le 1er janvier 1902, rapportées à des mesures absolues faites aux dates qui précèdent et suivent immédiatement le 1er janvier. La variation séculaire résulte de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1901 (¹).

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux.

Val-Joyeux.	Valeurs absolues du 1er janvier 1902.	Variation séculaire.
Déclinaison occidentale.........	15°10′,35	—4′,05
Inclinaison.....................	64°58′,2	—1′,7
Composante horizontale.........	0,19684	+0,00022
Composante verticale...........	0,42156	—0,00005
Composante nord...............	0,18998	+0,00027
Composante ouest..............	0,05152	—0,00016
Force totale....................	0,46525	+0,00005

» Les observations magnétiques du Val-Joyeux sont faites sous ma direction par M. J. Itié, aide-météorologiste. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'hydrate cuivrique sur les dissolutions aqueuses des sels métalliques.* Note de M. A. **Mailhe**.

« Dans une précédente Communication (²), j'ai fait connaître les résultats obtenus par l'action des hydrates de cuivre sur les dissolutions aqueuses

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 30; 1901.
(²) *Comptes rendus*, 25 juillet 1901.

des chlorures et bromures métalliques. J'ai été amené à la découverte de sels basiques mixtes, analogues à ceux que j'avais précédemment obtenus par action des oxydes de mercure sur les dissolutions aqueuses des sels des mêmes métaux.

» Je ferai connaître aujourd'hui des résultats similaires, obtenus par action des hydrates de cuivre sur les dissolutions des sulfates. J'ai particulièrement étudié l'action de l'hydrate tétracuivrique, le seul qui conduise à des corps bien cristallisés, et partant bien définis. L'hydrate bleu de Péligot m'a toujours conduit à un sel basique amorphe, sans intérêt.

» I. *Sels de cadmium.* — L'hydrate tétracuivrique mis au contact d'une solution moyennement concentrée de sulfate de cadmium est, au bout de quelques mois et à froid, totalement transformé en une poudre vert bleuâtre, se présentant sous forme de tables hexagonales dérivées du prisme orthorhombique, ayant la composition d'un sulfate basique mixte

$$2SO^4Cd, 3CuO, 12H^2O.$$

» Ainsi une partie du sulfate de cadmium est déplacée par l'hydrate cuivrique qui passe en partie dans la solution.

» Cette action, lente à froid, devient beaucoup plus rapide dès qu'on élève la température du mélange. Dans un bain-marie à 25° ou 30°, quelques jours suffisent pour opérer totalement la transformation.

» Si l'on fait bouillir l'hydrate de cuivre avec une dissolution de sulfate de cadmium, on obtient, après quelques minutes de contact, une poudre verte, formée de cristaux tubulaires hexagonaux bien moins allongés que les précédents et possédant 2^{mol} d'eau en moins. Ils correspondent à la formule

$$2SO^4Cd, 3CuO, 10H^2O.$$

» II. *Sels de nickel.* — Des résultats identiques sont obtenus en faisant réagir, dans les mêmes conditions, l'hydrate tétracuivrique sur les solutions de sulfate de nickel. On obtient lentement à froid, plus rapidement à 30°, le sulfate basique mixte

$$2SO^4Ni, 3CuO, 12H^2O,$$

sous forme de lamelles quadrangulaires vertes, et à l'ébullition le sel

$$2SO^4Ni, 3CuO, 10H^2O,$$

ayant l'aspect de lamelles losangiques vertes.

» L'hydrate bleu de Péligot a donné à froid, au contact d'une solution de sulfate de nickel, un précipité amorphe vert bleu, de composition identique au sulfate basique à 12^{mol} d'eau.

» Quelles que soient la concentration primitive de la liqueur et les conditions du déplacement, on trouve toujours du cuivre dans la solution.

» III. *Sels de cobalt.* — L'action est un peu différente avec le sulfate de cobalt. Dans une solution moyennement concentrée de sulfate de cobalt, l'hydrate noir se

change à la longue en un précipité marron, formé de cristaux quadratiques se groupant fréquemment en sphérocristaux. L'analyse de plusieurs échantillons obtenus dans des conditions différentes a montré que le composé produit contenait toujours plus de cuivre que les composés similaires obtenus avec les autres sulfates. Vu la couleur du précipité, on aurait pu penser qu'une portion de l'oxyde de cuivre non transformé restait adhérente aux cristaux; mais l'examen microscopique a montré qu'il n'en était rien. On a affaire, dans ce cas, à un sel basique de formule

$$3SO^4Zn, 5CuO, 16H^2O.$$

» A l'ébullition, au contraire, l'hydrate tétracuivrique réagit sur le sulfate de cobalt pour donner un composé marron, se présentant en tables hexagonales à biréfringence forte et ayant une formule semblable à celle des sulfates mixtes de cadmium et de nickel

$$2SO^4Co, 3CuO, 10H^2O.$$

» L'hydrate bleu donne, avec les solutions de sulfate de cobalt, un précipité violacé amorphe.

» IV. *Sels de zinc.* — L'action de l'hydrate tétracuivrique sur les dissolutions de sulfate de zinc varie avec leur concentration; très rapide avec des solutions contenant jusqu'à 3^{mol} de sulfate de zinc par litre, elle se produit très lentement avec des solutions contenant moins de $\frac{1}{30}$ de molécule.

» Nous pouvons considérer quatre cas bien distincts :

» 1° Dans une première série de solutions, de concentrations comprises entre zéro et $\frac{1}{6}$ de molécule par litre, on obtient toujours le composé

$$SO^4Zn, 3CuO, 5H^2O$$

sous forme d'une poudre vert bleu, constituée par des lamelles hexagonales à biréfringence faible.

» 2° Dans une deuxième série de solutions, de concentrations variant entre 1^{mol} et 3^{mol}, on obtient, soit le composé

$$2SO^4Zn, 3CuO, 12H^2O,$$

soit le composé

$$2SO^4Cu, 3ZnO, 12H^2O,$$

soit une série de mélanges isomorphes où, pour la même quantité de SO^3, on trouve toujours une somme d'oxydes constante.

» Ces corps se présentent sous forme d'une poudre verte, constituée par des prismes quadratiques.

» 3° Dans une troisième série de solutions, de concentrations comprises entre 1mo et $\frac{1}{4}$ de molécule de sulfate par litre, on obtient, selon les quantités d'hydrate tétracuivrique mis en réaction, soit le sel basique

$$SO^4Zn, 2CuO, 5H^2O,$$

soit un mélange de ce composé et du sulfate mixte

$$2SO^4Zn, 3CuO, 12H^2O,$$

sulfate que l'on obtient toujours exclusivement dès qu'une certaine quantité de cuivre a passé dans les dissolutions.

» 4° Dans des solutions de concentrations comprises entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{6}$ de molécule, on obtient encore, selon la quantité d'hydrate cuivrique réagissant, soit exclusivement le composé correspondant au sulfate tétracuivrique

$$SO^4Zn, 3CuO, 5H^2O,$$

soit un mélange de ce corps et du composé

$$2SO^4Zn, 3CuO, 12H^2O.$$

» C'est ce dernier sel qu'on obtient toujours par l'ébullition d'une solution quelconque de sulfate de zinc au contact d'hydrate tétracuivrique.

» Si la solution est très concentrée, il se produit très rapidement (1 ou 2 minutes sont suffisantes).

» Ce même sel s'obtient encore cristallisé en lamelles quadratiques, par l'ébullition prolongée d'une solution de sulfate de zinc avec l'oxyde de cuivre noir.

» Toutes ces dissolutions contiennent d'autant plus de cuivre qu'elles sont plus concentrées.

» V. *Autres sulfates.* — Le sulfate de manganèse n'a donné lieu à aucun phénomène de déplacement par l'hydrate tétracuivrique. Au contraire, dans le sulfate de mercure, le sulfate d'aluminium, le sulfate ferrique, les oxydes sont totalement déplacés. »

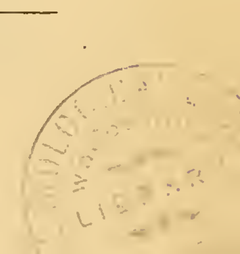
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la condensation des carbures acétyléniques avec les éthers-sels. Synthèses d'acétones acétyléniques et d'éthers β-cétoniques.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **R. Delange**, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons montré dernièrement [1] que les éthers formiques attaquent avec énergie les carbures acétyléniques sodés, et que l'action de l'eau sur le produit de la réaction engendre des aldéhydes acétyléniques $R - C \equiv C - CHO$. Mais tout n'est pas là; la réaction est complexe, et il se produit notamment, dans beaucoup de cas, des éthers β-cétoniques correspondant aux éthers-sels employés; ces éthers β-cétoniques sont parfois en proportion à ce point prédominante, qu'elle arrive à masquer celle des acétones acétyléniques.

» L'opération est simple et rapide :

» On ajoute, peu à peu et en agitant, le carbure sodé (1^{mol}), en suspension dans 5 parties d'éther absolu, à l'éther-sel (1^{mol}) dilué dans 2 parties du même véhicule. La réaction commence aussitôt; en général, la température s'élève peu à peu, et le

[1] *Comptes rendus*, 8 juillet 1901.



carbure sodé disparaît au fur et à mesure. Au bout d'une demi-heure au plus, la température a d'ordinaire atteint 25° à 30°, et le mélange réagissant, coloré en jaune rougeâtre, est devenu sensiblement limpide. On verse alors le tout, par petites portions, sur de la glace pilée; la liqueur aqueuse, nettement alcaline, est aussitôt neutralisée avec de l'acide sulfurique, puis séparée par décantation de la couche éthérée, qu'on rectifie, après lavage à l'eau et dessiccation, pour isoler les divers produits formés.

» Nos expériences, très variées sous le rapport des composés mis en action, ont porté sur deux carbures acétyléniques, l'œnanthylidène $C^5H^{11} - C \equiv CH$, et le phénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv CH$, et sur dix éthers-sels.

» Nous avons isolé l'acétone acétylénique dans les deux circonstances suivantes :

» 1° En condensant le butyrate d'amyle $CH^3 - CH^2 - CH^2 - CO^2C^5H^{11}$ avec le phénylacétylène. Le butyrylphénylacétylène $CH^3 - CH^2 - CH^2 - CO - C \equiv C - C^6H^5$ est un liquide à odeur légèrement piquante, de densité 0°,998 à 0°, qui distille à 135°-137° sous 9mm. Si on l'hydrate par l'intermédiaire de l'acide sulfurique, on forme le benzoylbutyrylméthane $CH^3 - CH^2 - CH^2 - CO - C^6H^5$, dicétone β dont le composé cuprique cristallise dans l'alcool en prismes fusibles à 132°-133°;

» 2° En condensant le benzoate d'éthyle ou d'amyle avec le phénylacétylène. Le benzoylphénylacétylène ainsi formé $C^6H^5 - CO - C \equiv C - C^6H^5$ distille vers 200° sous 15mm, et cristallise dans la ligroïne légère en feuillets blancs et légers qui fondent à 49°,5. Hydraté par l'acide sulfurique, il fournit le dibenzoylméthane

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CO - C^6H^5,$$

qui fond à 81° (¹).

» Quant aux éthers β-cétoniques, nous les avons obtenus à l'état sensiblement pur, par simple rectification, dans la condensation avec l'œnanthylidène des acétates d'éthyle, d'isopropyle, d'isobutyle et d'amyle, et du butyrate d'amyle. L'acétylacétate d'isopropyle $CH^3 - CO - CH^2 - CO^2C^3H^7$ et l'éthylbutyrylacétate d'amyle (butyrylbutyrate d'amyle) $CH^3 - CH^2 - CH\Big\langle{}^{CO - CH^2 - CH^2 - CH^3}_{CO^2C^5H^{11}}$ n'avaient pas encore été signalés; le premier distille à 75° sous 15mm, et son dérivé cuprique se dépose de ses solutions alcooliques en fines aiguilles fondant à 175°; le second distille à 125°-127° sous 9mm.

» On remarquera la curieuse et très nette différence d'action, sur le butyrate d'amyle, de l'œnanthylidène, qui donne naissance à l'éther β-cétonique, et du phénylacétylène, qui fournit au contraire l'acétone acétylénique.

» Nous devons ajouter : 1° que l'acide de l'éther-sel employé, après la décomposition du mélange réagissant par l'eau, se retrouve en proportion appréciable dans la liqueur alcaline, comme l'indique le titrage de cette dernière, d'où l'on peut d'ailleurs isoler

(¹) NEF, *Lieb. Annal.*, 1899. — CH. MOUREU et R. DELANGE, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, p. 311.

en nature l'acide, facile ensuite à caractériser; 2° que, dans les cas les plus favorables, les rendements en acétone acétylénique ou en éther β-cétonique ne dépassant pas 40 pour 100, une partie en général très notable du carbure acétylénique et de l'éther-sel traité se récupère dans la rectification des produits; et, en fin de compte, l'action de l'eau se trouve toujours avoir eu pour effet de régénérer purement et simplement une fraction importante des deux substances mises en action.

» *Théorie de la réaction.* — 1^{mol} d'éther-sel suffit pour produire la dissolution, dans le milieu ambiant, de 1^{mol} de carbure sodé : le carbure sodé et l'éther-sel réagissent donc molécule à molécule, en donnant un dérivé sodé complexe soluble dans l'éther.

» Considérons d'abord, pour fixer les idées, le cas du benzoate d'éthyle et du phénylacétylène. La formation d'acétone acétylénique sera représentée par l'équation suivante :

$$\underbrace{C^6H^5-C(ONa)(OC^2H^5)(C\equiv C-C^6H^5)}_{\text{Dérivé sodé complexe.}}+H^2O$$

$$=\underbrace{C^6H^5-CO-C\equiv C-C^6H^5}_{\text{Benzoylphénylacétylène.}}+C^2H^5OH+NaOH.$$

» En second lieu, il est évident que la formation d'éther β-cétonique exige le concours de 2^{mol} du dérivé sodé complexe. En considérant, par exemple, le cas de l'acétate d'isopropyle et de l'œnanthylidène, on peut concevoir cette formation en admettant que, dans une première phase, les 2^{mol} se combinent avec élimination d'alcool isopropylique, et que le dérivé disodé double ainsi formé est ensuite décomposé par l'action de l'eau, avec mise en liberté d'éther β-cétonique et de carbure :

$$\underbrace{\begin{array}{l}CH^3-C(ONa)(C\equiv C-C^5H^{11}).\\ \quad\vert\\ \quad CH^2-C(ONa)(OC^3H^7)(C\equiv C-C^5H^{11}\end{array}}_{\text{Dérivé disodé double.}}+2H^2O$$

$$=\underbrace{CH^3-CO-CH^2-CO^2C^3H^7}_{\text{Acétyl. acét. d'isoprop.}}+\underbrace{2C^5H^{11}-C\equiv CH}_{\text{Œnanthyl.}}+2NaOH.$$

» On expliquerait tout aussi facilement les deux autres réactions accessoires que nous avons mentionnées.

» De ces mécanismes, celui de la formation des éthers β-cétoniques est seul discutable. Le fait que 1^{mol} de carbure sodé réagit exactement sur 1^{mol} d'éther-sel lui donne toutefois un grand caractère de probabilité. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Utilisation des sucres (hexoses) par l'organisme.* Note de MM. **Charrin** et **Brocard**, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait que la grossesse modifie la nutrition ; que, par exemple, relativement aux sucres, la richesse des tissus ou des humeurs augmente notablement; cette sorte de saturation plus ou moins complète de l'économie fait que, si l'on introduit des substances de cet ordre, les quantités retenues sont moins considérables : les éliminations se faisant en plus forte proportion, les comparaisons entre ces éliminations deviennent plus faciles. Ce sont là les raisons qui nous ont déterminés à étudier la façon dont se comportent les sucres chez la femme enceinte.

» Dans un premier groupe de recherches, nous nous sommes appliqués à éclairer l'utilisation et l'élimination des hexoses par l'économie.

» Si l'on veut se rendre compte de la manière dont l'organisme utilise les différents sucres, la méthode des ingestions comparées successives offre des causes d'erreurs tenant à ce que le même organisme, pris à des jours différents et cependant dans les mêmes conditions apparentes, ne consomme pas les mêmes quantités d'une même solution d'un même sucre. Cette intervention d'un facteur étranger au sucre employé nous a conduits à recourir à la méthode des ingestions simultanées : à une économie déterminée on administre, par la voie digestive, un mélange des deux sucres à comparer et l'on étudie, par l'analyse chimique et les procédés optiques, les proportions respectives de chacun de ces sucres éliminées par les urines.

» En opérant ainsi, on reconnaît que la galactose apparaît plus vite dans les urines que la glycose, mais que le maximum décelé par l'analyse est plus faible et que la disparition est plus rapide.

» Chez une femme qui avait ingéré un mélange comportant 75^{g} de chacune de ces substances, cette galactose s'est montrée au bout d'une heure en quantité plus grande que la glycose; toutefois, le maximum du premier de ces sucres a atteint $1^{g},907$ dans la miction de la deuxième heure, tandis que les doses du second (glycose) s'élevaient graduellement, jusqu'à la quatrième heure, à $5^{g},032$. D'autre part, la galactose a disparu aux environs de cette quatrième heure, alors que l'élimination de la glycose s'est poursuivie même pendant la sixième.

» Si l'on dresse les courbes de ces éliminations, on constate qu'elles se coupent : dans nos expériences, cette intersection s'est, en général, produite au moment où la galactosurie atteint son maximum, entre la deuxième et la troisième heure; en outre,

l'aire de la courbe d'élimination de la glycose est plus étendue que celle que présente la courbe de la galactose. Dans nos recherches cette différence est des plus manifestes : elle est trois à quatre fois plus considérable.

» En réalité, les deux sucres pénètrent d'abord du tube digestif dans le foie; cet organe, comme nous nous en sommes assurés par des expériences réalisées chez les cobayes ([1]), transforme plus aisément et plus abondamment la glycose que la galactose en glycogène; on comprend, par suite, que la galactosurie dite *alimentaire* soit plus prompte. Mais au delà de la glande hépatique, lorsque les sucres employés arrivent au contact des tissus, les résultats changent; ces tissus, conformément aux recherches de Dastre, de Külz et d'après nos propres observations, à l'inverse du foie, retiennent et élaborent des doses plus considérables de galactose. Dès lors, on conçoit pourquoi la glycose continue son élimination, alors que celle de l'autre sucre est déjà terminée.

» Si l'on répète ces expériences avec un mélange de lévulose et de galactose, on parvient à établir que la transformation en glycogène par les cellules de la glande biliaire s'opère avec plus d'intensité aux dépens de la lévulose ([2]). La conséquence de cette constatation, c'est que la lévulosurie se présente plus tardivement, plus difficilement, à un plus faible degré. Ces expériences révèlent aussi que la lévulose peut jouer le rôle d'aliment d'épargne par rapport à la galactose et à la glycose, dont elle prolonge, dans ces conditions, la durée d'élimination.

» De l'ensemble de ces faits, il résulte que, si l'on classe ces trois hexoses, en se plaçant au point de vue de l'utilisation générale par l'économie, on trouve que la lévulose occupe le premier rang, la galactose le second et la glycose le troisième.

» Ajoutons que d'assez nombreuses conditions exercent sur l'utilisation de ces sucres une influence marquée : parmi ces conditions figure la concentration des solutions ingérées, concentration dont l'étude a été jusqu'à

([1]) On fait jeûner deux cobayes jusqu'à épuisement de la réserve de glycogène hépatique; on administre à l'un une solution de galactose à 20 pour 250, à l'autre une solution de glycose de même concentration; chez le premier, on trouve, par kilogramme de foie et par heure, un gain de 0^g,127 de glycogène; chez le second, ce gain atteint 0^g,161 de glycogène.

([2]) On fait jeûner un second groupe de cobayes; l'un d'eux reçoit une solution de lévulose à 10 pour 250; l'autre, une solution de galactose de même concentration : chez le premier, on note un gain de 0^g,123 de glycogène; chez le second, il est seulement de 0^g,076.

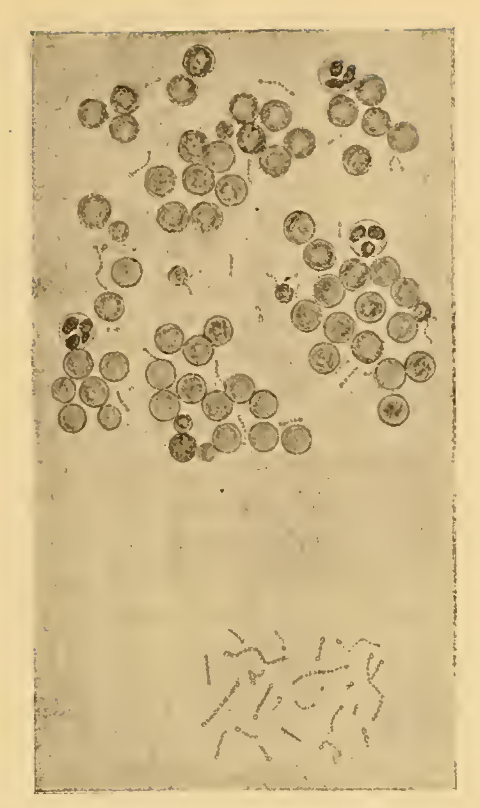
ce jour assez négligée. Or, nous avons reconnu que, si l'on augmente cette concentration, on augmente aussi l'élimination. Mais nous ne pouvons pas affirmer que cette action soit continue; autrement dit, nous ne pouvons pas soutenir que, si l'on accroît indéfiniment les proportions de sucre par rapport à l'eau, le taux de cette élimination s'élèvera sans cesse. D'une part, en effet, nous nous sommes heurtés à un dégoût assez facile à comprendre quand il s'agit d'absorber des liquides aussi fortement sirupeux; d'autre part, en dehors des effets toxiques mentionnés par Hédon, on voit survenir des coliques intestinales, parfois des vomissements ou des évacuations diarrhéiques capables de modifier les résultats. »

PATHOLOGIE. — *De la présence d'un parasite dans le sang des épileptiques.* Note de M. **M. Bra**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Des prélèvements de sang par ponction des veines de l'avant-bras, opérés dans les services de M. Magnan, à Sainte-Anne, et de M. Marandon de Montyel, à l'asile de Ville-Evrard, sur soixante-dix sujets atteints d'épilepsie générale, dite *idiopathique*, nous ont permis de constater, à certaines périodes de l'affection, la présence constante d'un microorganisme.

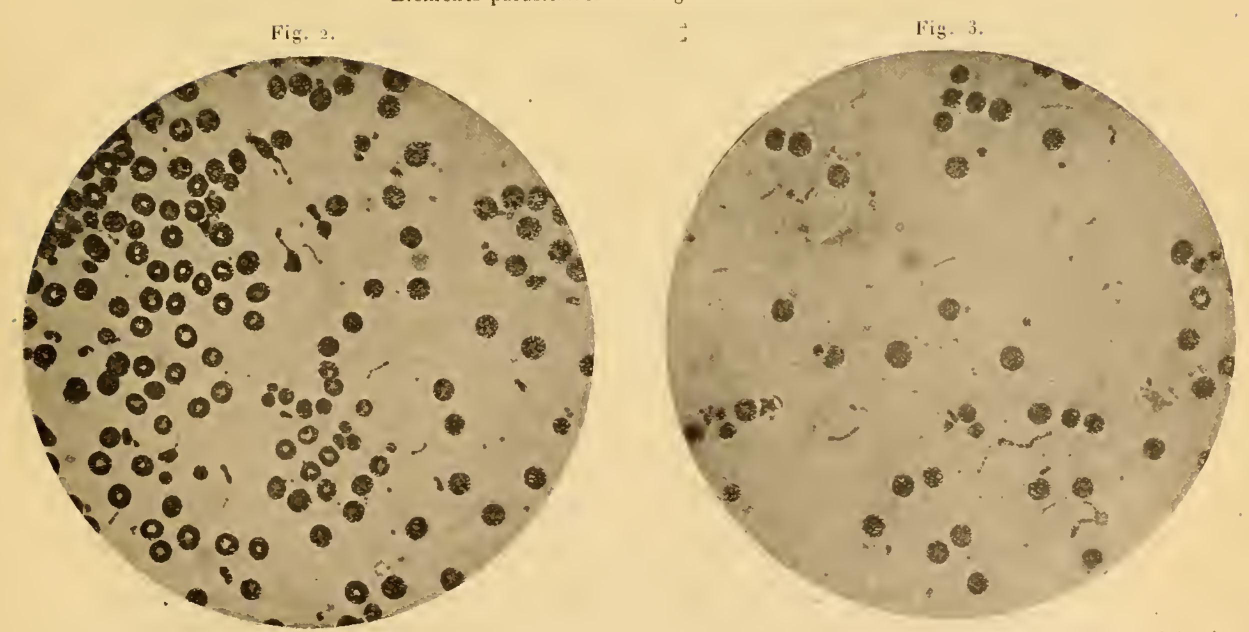
» Dans les longs intervalles interparoxystiques, l'examen est le plus souvent négatif, mais lorsqu'à l'approche des attaques, pendant ou immédiatement après les crises incomplètes, les absences, les vertiges, on examine une goutte de sang frais avec un grossissement d'au moins 500 diamètres, on aperçoit dans le plasma de petits points faiblement réfringents de $1\,\mu$ et au-dessous, isolés ou réunis en diplocoques, animés d'un mouvement très vif et virevoltant constamment sur eux-mêmes, puis, à l'état d'unités ou en plus ou moins grand nombre, des corps offrant l'aspect de vermicules, d'une longueur égale ou supérieure au diamètre des hématies et composés de six à huit grains le plus souvent. Les uns sont formés de grains égaux, les autres présentent à leurs extrémités ou dans leur continuité des grains plus volumineux, polymorphes, ovoïdes, bacillaires, etc. La forme la plus typique paraît être la chaînette terminée à chaque extrémité par un grain plus volumineux (*forme en boulets enchaînés*). Ces corps sont animés d'ondulations serpentines, culbutent sur eux-mêmes, se présentent alternativement dans leur grand diamètre ou par leurs grains terminaux. Ils se pelotonnent si bien qu'il faut les suivre longtemps pour être fixé sur leur forme véritable. Ils adhèrent fréquemment aux globules rouges par une de leurs extrémités.

Fig. 1.



Éléments parasitaires du sang comitial. Schéma.

Fig. 2. Fig. 3.



Sang d'épileptique immédiatement avant une crise convulsive. Altérations globulaires. — Parasites : cocci isolés et en diplocoques, corps vermiculaires en chaînettes. — Gross. $\frac{1000}{1}$. — Microph. A. Lumière.

Sang d'épileptique pendant une crise incomplète. — Altérations globulaires. — Parasites : cocci isolés et en diplocoques, corps vermiculaires composés de grains égaux ou polymorphes. — Gross. $\frac{1000}{1}$. — Microph. A. Lumière.

» Il arrive, suivant les périodes et les individus, *que ces vermicules font défaut dans le sang et que seulement l'on rencontre les cocci isolés ou en diplocoques, soit mobiles et libres dans le sérum, soit accolés aux hématies ou englobés dans les phagocytes.*

» Examen avec coloration. — Les préparations du sang desséchées et fixées dans le mélange alcool et éther sont soumises à une coloration prolongée, soit dans le bleu de Kühne, soit dans la thionine phéniquée, soit dans l'éosine. Le parasite se colore assez faiblement, et rien ne vaut l'examen du sang frais.

» Ensemencements et cultures. — En prélevant le sang à l'approche des attaques convulsives, pendant les vertiges, les crises incomplètes chez les épileptiques qui ne présentent ni morsures de la langue, ni plaies des téguments, nous sommes arrivé, en collaboration avec H. Chaussé, à isoler 60 fois sur 100 le microorganisme observé dans le sang.

» Au sortir de la veine, le sang est réparti largement dans des tubes de bouillon ordinaire, neutre ou alcalin. Les tubes sont portés à l'étuve à 34° et peuvent être examinés au bout de 48 heures.

» Le microbe pousse bien entre 34° et 37°. Aérobie; son développement se ralentit dans le vide.

» *Bouillon.* — Au bout de 24 heures à l'étuve, le bouillon est légèrement troublé et contient de petits flocons à peine visibles. La culture garde son trouble. Peu ou pas de dépôt. Réaction acide au bout d'un certain temps.

» Dans la culture examinée sans coloration (Leitz, oc. 3, obj. $\frac{1}{12}$), cocci de 0,6 μ à 1 μ et diplocoques mobiles. Courtes chaînettes composées le plus souvent de quatre, six, huit grains égaux, ou présentant à un moindre degré, dans leur continuité ou à leurs extrémités, les grains polymorphes observés dans le sang. Les chaînettes sont animées des ondulations qu'elles présentent dans le sang.

» *Gélatine.* — Par piqûre, léger trouble à peine visible le long du trait. Rien a l'orifice. Pas de liquéfaction.

» *Gélose.* — Semis blanchâtre extrêmement fin, visible par transparence.

» *Pomme de terre.* — Pas de culture apparente à l'œil nu, bien que le microscope montre un développement appréciable.

» Le parasite possède dans les cultures les réactions colorantes qu'il présente dans le sang. Il se colore par les solutions hydro-alcooliques ou aqueuses des couleurs d'aniline basiques et, de préférence, acides, l'éosine notamment. Il prend mal le Gram. Pour peu que l'action de l'alcool soit prolongée, il se décolore pour absorber la couleur complémentaire.

» L'injection intra-veineuse des cultures, répétée à diverses reprises chez le lapin, reproduit dans le sang les formes parasitaires typiques du sang comitial.

» Il paraît s'agir, en somme, d'un streptocoque qui, par ses caractères morphologiques et biologiques, constitue une variété très spéciale et que nous n'avons trouvé que chez les épileptiques.

» Nous nous proposons de donner dans une Note ultérieure le résultat des recherches expérimentales. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Contribution à l'étude de l'alimentation des plantes en phosphore.* Note de M. TH. SCHLŒSING fils, présentée par M. Duclaux.

« Dans une série de recherches exposées antérieurement (*Comptes rendus* de 1898 à 1901), j'ai étudié divers points de l'alimentation des plantes en phosphore. Aux faits déjà établis, je puis aujourd'hui en ajouter d'autres qui complètent le faisceau des preuves en faveur du grand rôle joué dans cette alimentation par les phosphates solubles à l'eau.

» J'ai fait pousser des maïs dans diverses terres, en vue de savoir s'ils leur infligeraient, en phosphates solubles à l'eau, des pertes susceptibles d'être saisies par l'analyse. Pour évaluer ces pertes, on a comparé les sols après culture aux mêmes sols non cultivés. Mais afin que les témoins sans culture restassent, durant les expériences, aussi comparables que possible aux sols cultivés, on les a exposés dehors à côté de ces derniers et, comme eux, on les a entretenus constamment humides; ainsi l'on a échappé à la petite erreur pouvant provenir d'une variation lente, très probable d'ailleurs, du taux des phosphates solubles qui se produirait avec le temps dans les sols humides.

» Le dosage des phosphates (ou plus exactement de l'ensemble des composés phosphorés) solubles existant dans un sol est, ainsi qu'on l'a vu (*Comptes rendus*, 13 mai 1901), une opération assez compliquée, tout au moins d'une exécution laborieuse et délicate. On le réalise en traitant successivement une même quantité de terre par l'eau, renouvelant cette eau un grand nombre de fois et y déterminant l'acide phosphorique.

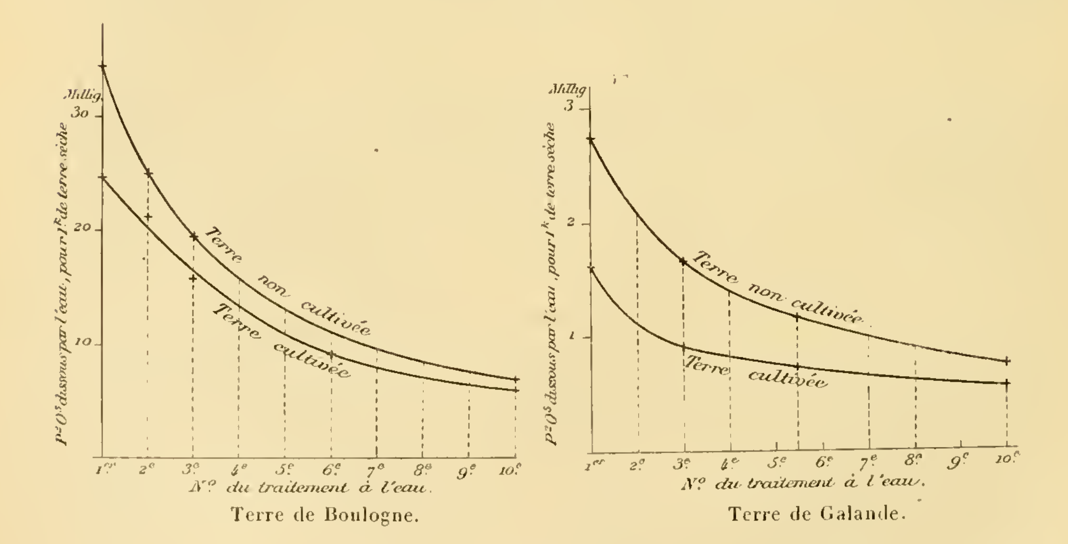
» Ici, dans le but d'accélérer l'épuisement, on a pris de chaque terre plusieurs lots relativement petits (5 lots de 40^{g} ou de 100^{g}) et on les a agités avec beaucoup d'eau (pour un lot 1850^{cm^3}, dont on enlevait et remplaçait 1750^{cm^3} après chaque traitement). L'eau mise en œuvre était de l'eau distillée, privée de gaz carbonique par une courte ébullition; on l'additionnait d'un peu d'azotate de calcium (100^{mg} de CaO par litre) pour en assurer la clarification en cours d'analyse. L'acide phosphorique a été dosé à l'état de phosphomolybdate d'ammonium, composé précieux, grâce auquel on peut compter sur la précision des chiffres donnés plus loin; sans lui, les recherches dont je rends compte seraient bien difficilement abordables.

» Je présenterai les résultats fournis par deux des terres expérimentées et correspondant à des cas extrêmes; l'une, la terre de Boulogne, est relativement très riche en phosphates solubles dans l'eau; l'autre, celle de Galande, particulièrement pauvre. On n'a pas dosé l'acide phosphorique dans tous les liquides résultant des traitements successifs de chaque terre, mais dans un certain nombre d'entre eux. Les chiffres en caractère gras représentent les dosages réellement faits; les autres sont déduits, avec

une approximation largement suffisante, de courbes construites au moyen des premiers.

P^2O^5 *dissous par l'eau à chaque traitement et rapporté à* 1kg *de terre sèche.*

Boulogne.				Galande.			
Traitement.	Témoin sans culture.	Terre après culture.	Différence.	Traitement.	Témoin sans culture.	Terre après culture.	Différence.
	mg	mg	mg		mg	mg	mg
1er	34,3	24,6	9,7	1er	2,77	1,60	1,17
2e	24,9	21,0	3,9	2e	2.12	1,15	0,97
3e	19,4	15,8	3,6	3e	1,66	0.91	0,75
4e	16,0	13.3	2,7	4e	1,38	0,82	0.56
5e	13,2	11,0	2,2	5e. } dosés	2,32	1,46	0,43
6e	11,0	9,1	1,9	6e. } ensemble.			0,43
7e	9,5	8,1	1,4	7e	0,97	0,64	0,33
8e	8,2	7,1	1,1	8e	0,89	0,60	0.29
9e	7,2	6,3	0,9	9e. }			0,20
10e	6,5	5,8	0,7	10e } dosés ensemble.	2,22	1,62	0,20
				11e }			0,20
	150,2	122,1	28,1		14,33	8,80	5,53



Terre de Boulogne. Terre de Galande.

» La différence, au point de vue de la teneur en phosphates solubles à l'eau, entre les sols cultivés et les mêmes sols sans culture se trouve bien nettement établie et mesurée. Ainsi il n'est pas douteux que les plantes n'aient appauvri le sol à leur profit, d'une manière très sensible, en phosphates solubles à l'eau.

» Mais on peut préciser davantage. Ayant séparé avec grand soin les

maïs de leurs sols, on a dosé l'acide phosphorique dans les plantes entières. Si l'on rapproche les résultats obtenus (diminués de la petite quantité d'acide phosphorique préexistant dans les graines semées) de la perte en phosphates solubles éprouvée par les sols, on a :

	Boulogne.	Galande.
P^2O^5 soluble à l'eau, perdu par les 36^{kg} mis en œuvre de chaque terre.	$28^{mg},1 \times 36 = 1012^{mg}$	$5^{mg},53 \times 36 = 199^{mg}$.
P^2O^5 gagné par les plantes entières.	1115^{mg}	451^{mg}.

» On voit que les choses se sont passées comme si, sur la terre de Boulogne, les maïs avaient emprunté aux phosphates solubles à l'eau la presque totalité du phosphore assimilé et près de la moitié sur la terre, pourtant si pauvre, de Galande; et ces proportions sont des minima, car l'épuisement des sols par les traitements successifs à l'eau n'ayant pas été complet, on n'a pas évalué tout le prélèvement opéré par les plantes.

» Nous pénétrons donc un peu plus avant dans l'intimité des phénomènes de la nutrition; nous mesurons la proportion du phosphore qui parvient aux plantes par les dissolutions du sol et nous reconnaissons que cette proportion est considérable.

» On peut dire, il est vrai, que ces phosphates solubles à l'eau dont on constate l'absorption, n'ont pas été nécessairement pris à l'état de dissolution, que les racines ont pu les dissoudre en partie sans l'intermédiaire de l'eau du sol et en les prélevant directement sur la réserve, soluble mais non encore dissoute, que le sol en renferme. Ce n'est pas impossible; mais, quoi qu'il en soit de cette manière de voir, il n'en reste pas moins que les phosphates solubles à l'eau, absorbés d'une façon ou d'une autre, tiennent une place importante dans la nutrition; qu'il y a lieu de les envisager, de les mesurer dans l'étude de la fertilité et dans la recherche des besoins des terres, et c'est là le point essentiel que je m'applique à établir. »

ZOOLOGIE. — *Observations nouvelles sur l'évolution et l'origine des Péripates.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. Edmond Perrier.

« On sait que les appendices locomoteurs des Péripatidés se composent d'une partie basilaire subcylindrique, qui porte le nom de *patte*, et d'une

étroite région terminale, qui constitue le *pied;* on sait aussi que la patte présente en dedans, à son extrémité distale, une sorte de semelle formée par des arceaux sétifères contigus et que le pied porte à son sommet, au voisinage des griffes, un certain nombre de papilles tactiles semblables en tout à celles qui garnissent les pattes en dehors des semelles. Les observations qui font l'objet de cette Note se limitent aux papilles pédieuses et à la position qu'occupent sur les semelles les orifices urinaires anormaux des pattes IV et V; bien qu'elles portent sur des caractères morphologiques très peu apparents, elles ne paraîtront peut-être pas sans intérêt, car elles donnent des indications très précieuses sur l'évolution et l'origine des Péripatidés.

» 1. *Papilles pédieuses.* — On a cru longtemps que les papilles pédieuses étaient en nombre constant chez tous les Péripatidés. M. Sedgwick, dans sa monographie systématique du groupe (1888), fixe, en effet, ce nombre à trois, deux papilles étant ordinairement situées en avant des griffes, et l'autre en arrière. Or, je suis parvenu à établir que tous les *Peripatus* andicoles possèdent plus de trois papilles : la plupart en ont quatre, mais l'un d'eux, le *P. Lankesteri*, en compte jusqu'à cinq, et une espèce nouvelle que vient de me communiquer M. Rosenberg n'en compte pas moins de six. Cette dernière forme, pour des raisons multiples, mérite d'être considérée comme la plus archaïque de toutes les espèces du groupe; elle a été recueillie à Bulim, au nord-ouest de l'Équateur, et recevra dans la suite le nom de *P. ecuadorensis*.

» Il est à remarquer que les deux espèces précédentes ont de 37 à 39 paires de pattes, tandis que les autres *Peripatus* andicoles en présentent généralement beaucoup moins et, le plus souvent, n'en comptent guère plus de 30 paires. A part quelques rares exceptions, les *Peripatus* caraïbes se font remarquer par une réduction semblable dans le nombre des appendices locomoteurs, et comme ils n'ont jamais plus de 3 papilles pédieuses, on a quelques raisons de croire qu'il existe une corrélation entre le nombre de ces dernières et celui des paires de pattes. Cette corrélation s'affirme avec pleine évidence dans le groupe des *Peripatus* indo-malais; d'après les travaux récents de M. Evans, ces derniers, en effet, ont seulement 2 papilles pédieuses et ne présentent plus que 23-25 paires d'appendices locomoteurs.

» Cette corrélation s'interprète aisément si l'on admet, conformément à toute vraisemblance, que le pied résulte d'une différenciation terminale favorable à la locomotion, qu'il a dû être d'abord couvert de papilles

comme le reste de l'appendice, et que ces dernières se sont atrophiées progressivement au cours de l'évolution. On peut dire, en somme, que plus un Péripate a de papilles pédieuses, plus il se rapproche des formes primitives; et, comme la même règle s'applique également au nombre des appendices, on s'explique sans peine la corrélation que j'ai signalée plus haut.

» 2. *Papilles urinaires des pattes IV et V.* — La papille urinaire anormale est située dans le troisième arceau des soles chez tous les Péripates andicoles, entre cet arceau et le quatrième dans les Péripates caraïbes, au sein du quatrième ou un peu au delà chez les Péripates indo-malais. Chez ces derniers, elle est par conséquent plus rapprochée que chez tout autre de la position des orifices urinaires normaux; d'où M. Evans conclut que les espèces indo-malaises sont les plus archaïques du genre *Peripatus*.

» Cette manière de voir ne me paraît pas fondée: elle est en contradiction formelle avec les conclusions du précédent paragraphe et, comme on va le voir, s'accorde aussi mal que possible avec les caractères topographiques de la papille. En effet, quand on compare entre eux, à ce point de vue, les diverses espèces du genre, on observe: 1° que le troisième arceau présente presque toujours une scissure complète, même quand la papille est située au-dessus; 2° que le quatrième arceau n'offre pas trace de scissure, mais présente une inflexion plus ou moins forte quand la papille se loge entre le troisième et le quatrième arceau; 3° que, dans tous les cas où la papille n'a pas dépassé le quatrième arceau, elle reste absolument indépendante de ce dernier, tandis qu'elle adhère presque toujours à l'arceau précédent. Ces faits s'interprètent sans peine si l'on admet que la papille s'est éloignée du centre du troisième arceau dans l'ontogénie du genre, tandis qu'ils deviennent incompréhensibles si l'on suppose, à l'exemple de M. Evans, un déplacement en sens inverse.

» *Conclusions.* — D'ailleurs, autant il est peu rationnel d'admettre qu'un orifice excréteur aille se placer sans raison au centre d'une semelle pédieuse, autant il est naturel de penser qu'un pareil orifice s'éloignera de ce centre si les hasards de l'adaptation ont fait qu'il ait pu, à certains moments, s'y trouver. Nous voici, dès lors, conduits à l'opinion de M. Kennel, qui considère les orifices anormaux comme les pores excréteurs des néphridies sexuelles de l'ancêtre aquatique du groupe.

» La viviparité a été la conséquence de l'adaptation de cet ancêtre à la vie terrestre; elle a eu pour résultat le déplacement de la fonction sexuelle, qui s'est localisée sur les néphridies de l'avant-dernière patte, pendant

que celles des pattes IV et V reprenaient leurs fonctions urinaires normales. L'orifice excréteur de ces dernières s'est trouvé, de la sorte, au centre de la semelle qui se produisait sur ces parapodes transformées en pattes, et comme il en résultait une gêne pour l'écoulement de la sécrétion, cet orifice s'est déplacé vers les bords de la semelle dans l'ontogénie du groupe. A ce point de vue encore, les Péripates indo-malais nous paraissent plus éloignés que tous autres des espèces archaïques.

» Si j'ajoute, pour terminer, que les formes indo-malaises se développent sans placenta et aux dépens d'œufs énormes et chargés de jaune (comme les Péripatoïdes) on est en droit de conclure, grâce aux belles recherches de M. Évans, que les *Peripatus* nous permettent de suivre en entier le cycle ontogénétique des Onychophores : issus d'Annélides à œufs microscopiques, ils reviennent à l'oviparité avec des œufs très gros, après avoir subi une longue période de viviparité qui fut la conséquence de leur adaptation à la vie terrestre. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'orientation des* Crinorhiza. Note de M. **E. Topsent**, présentée par M. Yves Delage.

« Certaines *Cladorhiza*, *Axoniderma* et *Chondrocladia* acquièrent la forme dite *Crinorhiza* en s'entourant d'un verticille de prolongements plus ou moins longs et grêles, souvent nombreux. Exceptionnellement horizontaux, comme chez la *Crinorhiza amphactis* Schm., où ils constituent au corps ovoïde et longuement pédicellé une sorte de frange équatoriale, ces prolongements caractéristiques s'inclinent tous dans le même sens dans la plupart des types connus. Mais il faudrait pouvoir dire s'ils se tournent ainsi du côté supérieur ou du côté inférieur de l'axe dont ils émanent et si leur ensemble doit être comparé à une ombrelle ouverte ou, au contraire, à une corolle épanouie. Ce point important reste discutable, parce qu'il s'agit d'Éponges abyssales, rares, et dont on ne possède encore qu'un tout petit nombre de spécimens probablement incomplets.

» Posant en principe qu'ils servent sans doute d'arcs-boutants destinés à empêcher les *Crinorhiza* de s'enfoncer dans la vase, Ridley et Dendy ont considéré comme naturellement recourbés vers le bas les rayons périphériques des cinq espèces recueillies par le *Challenger*.

» Cependant ils n'ont pas dissimulé leur embarras en présence de celle qu'ils ont nommée *Cladorhiza inversa*, son sommet supposé se continuant,

dans une direction opposée à celle de ses rayons, en une longue tige graduellement effilée.

» On peut encore se demander, par exemple, s'ils ont assigné à leur *Chondrocladia crinita* l'orientation qui lui convient réellement. Si la papille centrale de sa face dite *inférieure* ne représente pas le vestige de quelque racine accidentellement brisée juste auprès de son origine, les filaments spiculo-fibreux qui l'entourent ont dû servir non pas d'arcs-boutants, mais d'appendices fixateurs. Or, ce rôle ne serait-il pas, avec autant de vraisemblance, attribuable à la pointe raide, si semblable à un pédicelle, qui prolonge le prétendu sommet du corps? Ainsi retournée, la *Chondrocladia* en question deviendrait, dans toutes ses parties, homologue de sa congénère *C. clavata*.

» L'étude d'une *Cladorhiza* draguée l'été dernier par S. A. le Prince de Monaco aux îles du Cap Vert, par 3890^{m} de profondeur, me confirme dans l'opinion que l'hypothèse de Ridley et Dendy ne saurait se soutenir pour toutes les *Crinorhiza*.

» Celle-ci, de dimensions bien supérieures à celles des espèces obtenues jusqu'à présent, se compose, à mon avis, d'un pédicelle fixateur, d'une collerette à frange retroussée et d'une tige barbelée, dressée au centre de la collerette. Ses diverses parties rappellent assez bien le pédoncule, le périanthe et le pistil d'une fleur unisexuée et monochlamydée pour justifier le nom de *Cladorhiza flos abyssi* sous lequel je propose de la désigner. Le pédicelle, raide, lisse, simple, graduellement effilé vers sa pointe, qui est brisée, mesure 2^{mm} d'épaisseur vers le haut, 1^{mm} seulement en bas, et atteint, quoique incomplet, 72^{mm} de longueur; il s'évase du côté supérieur et bientôt se découpe en de nombreux rayons grêles qui s'écartent de l'axe du corps sous un angle de 50° à 55° et se disposent suivant un verticille régulier. La collerette constituée de la sorte se trouve, par malheur, à moitié détruite, mais, dans son autre moitié, parfaitement conservée, on ne compte pas moins de trente-sept rayons fins, flexibles, longs de 50^{mm} à 60^{mm}, concrescents entre eux par leur base sur une hauteur de 5^{mm} à 7^{mm} et formant ainsi, avant de se séparer, une sorte de cupule mince, lisse sur ses deux faces. Du fond de la cupule s'élève enfin la tige, haute de 40^{mm}, plutôt grêle (diam. 1^{mm}) et souple, couverte jusqu'à sa terminaison de prolongements raides, longs de 1^{mm} à 1^{mm},8, qui s'implantent sans ordre apparent, à un angle presque droit, sauf au sommet, où ils se groupent en un bouquet divergent ([1]).

» Les raisons suivantes m'empêchent d'orienter à la manière de Ridley et Dendy la nouvelle *Crinorhiza*. Ce que je considère comme la partie supérieure de son axe correspond exactement à ce qui, chez la *Cladorhiza*

([1]) Les spicules sont : 1° des styles robustes ; 2° des tylostyles périphériques, fusiformes, à renflement bien accusé; 3° des anisochèles caractéristiques du genre, longs de 27 à 30μ; 4° des sigmates droits ou contournés, longs de 46μ.

abyssicola var. *rectangularis* Rdl. et D., représente sans hésitation la partie supérieure du corps. C'est d'ailleurs, jusqu'à son extrémité libre, la portion la plus charnue de toute l'Éponge. C'est enfin la plus riche en microsclères, car, je m'en suis assuré, les sigmates s'y localisent, mêlés en proportion assez forte aux anisochèles. Un appendice enfoui naturellement dans la vase se caractériserait plutôt par des propriétés inverses. De même, l'appendice qui me paraît figurer le pédicelle serait d'un développement excessif pour un prolongement apical; rigide, pauvre en tissus vivants, comprimé sur presque toute sa longueur, macéré au voisinage de son extrémité que l'engin n'a point obtenue, il affecte, en somme, des caractères en rapport avec son rôle probable d'organe fixateur. Vers le haut, son axe se creuse de poches incubatrices, comme le pédicelle des *Asbestopluma*. Quant à la collerette, ses rayons, comparés à l'axe barbelé, sont d'une longueur telle que, s'ils devaient servir d'arcs-boutants sur la vase, ils nuiraient certainement à la solidité de la fixation. Je remarque, du reste, qu'ils conservent, comme ceux d'*Axoniderma mirabile* et de *Cladorhiza similis*, une tendance à se recourber en dedans plutôt qu'en dehors.

» Une *Chondrocladia* de l'Atlantique appartenant aussi à S. A. le Prince de Monaco et fort semblable à la *C. crinita*, sauf par ses microsclères, m'inspire des réflexions identiques. Sa chair s'avance très loin entre ses rayons flexueux, tandis que son prolongement solitaire, robuste, raide et dénudé, revêt toute l'apparence d'un pédicelle.

» Si toutes les *Crinorhiza* tournent ainsi leurs rayons par en haut, plusieurs d'entre elles doivent reposer sur la vase par une base conique, à la façon des *Trichostemma*. Les papilles des *Cladorhiza longipinna* et *Axoniderma mirabile* auraient alors la signification de rhizines. »

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte du terrain nummulitique dans un sondage exécuté à Saint-Louis du Sénégal.* Note de M. G. **Vasseur**, présentée par M. Michel Lévy.

« M. T. Billot a bien voulu nous confier la détermination de fossiles rencontrés récemment à 230^m de profondeur, dans un sondage qu'il fait exécuter à Saint-Louis du Sénégal. Ces fossiles ne sont autres que de grandes Nummulites appartenant à l'espèce éocène du groupe de *N. gizehensis* Ehrenb., désignée sous le nom de *N. Ehrenbergi* de la H. et très répandue en Égypte.

» Jusqu'à ce jour, les formations nummulitiques n'avaient été signalées, sur le continent africain, que dans les régions nord et nord-est comprenant le Maroc, l'Algérie, la Tunisie et l'Égypte; les voyageurs qui ont traversé les déserts du centre ou exploré la partie occidentale de l'Afrique n'ont jamais observé les moindres vestiges de ce terrain. L'existence de dépôts nummulitiques à Saint-Louis vient donc jeter un jour nouveau sur la répartition des terres et des mers pendant la période éocène.

» Rappelons d'abord brièvement les données géologiques que l'on possède sur la Sénégambie (¹).

» *Fouta-Djallon.* — Au sud-est s'élève le massif ancien du Fouta-Djallon, qui atteint 1500^m d'altitude et se compose de gneiss et de granite, de grès et schistes primaires.

Plateaux. — Les vallées supérieures du Sénégal et du Niger passent au travers de larges cassures de grès plissés à la base et horizontaux au sommet, assimilés provisoirement aux grès permo-triasiques de Karroo (Afrique australe). Ce terrain repose sur des schistes primaires injectés par diverses roches éruptives.

» *Basse vallée.* — En aval des rapides formés par les grès précités, la vallée du Sénégal s'étend entre les formations gréseuses du pays des Maures, du Fouta et du Ferlo. Le fond de cette vallée est constitué par des alluvions *dont on ignore le soubassement;* toutefois, les sondages de Saint-Louis ont rencontré vers 150^m des sédiments marins renfermant le *Pecten varius,* espèce actuelle de l'Océan et de la Méditerranée.

» *Cayor et Baol.* — Dans cette région, des sondages et les tranchées du chemin de fer de Dakar à Saint-Louis ont montré que la latérite recouvre des calcaires, des grès et des marnes, plissés et faillés. Du Cap Rouge au Cap de Naze, les falaises présentent, d'autre part, une série de bancs calcaires passant à des grès argileux qui reposent sur des marnes et des argiles bleuâtres.

» Ces dernières formations paraissent appartenir à la série tertiaire et pourraient comprendre un peu de Crétacé. *De rares fossiles trouvés dans cette région rappellent ceux de l'Eocène français* et des dents de squales qui en proviennent semblent devoir être attribuées à l'*Odontaspis cuspidatus* (²).

» Il ressort des indications précédentes qu'aucune découverte paléontologique n'avait permis, jusqu'à présent, de déterminer avec précision l'âge des sédiments que recouvrent, dans la région basse, la latérite ou les alluvions du fleuve.

» Une série d'échantillons provenant du sondage de Saint-Louis nous permettra prochainement de faire connaître la coupe complète de ce forage;

(¹) RAMBAUD, *Une mission au Sénégal*, p. 325 et suiv.; 1900.
(²) *Loc. cit.*, p. 330.

mais, d'ores et déjà, les nummulites rencontrées vers 230m nous fournissent les plus précieuses indications.

» Ces fossiles, bien conservés, présentent en effet tous les caractères de la *N. Ehrenbergi* figurée par de la Harpe ([1]) et provenant d'Égypte. On ne peut donc hésiter à attribuer le dépôt qui les renferme à l'étage yprésien, c'est-à-dire au terme le plus récent de la série éocène inférieure.

» Cette formation doit s'étendre sous l'Océan et se continuer vers le sud et le sud-est, où elle entre sans doute en relation avec les terrains signalés dans le Cayor et le Baol. Son extension vers le continent est cependant limitée par le massif du Fouta-Djallon et les hauteurs du Fouta sénégambien, qui offrent des terrains beaucoup plus anciens. Le nummulitique peut se prolonger aussi vers le nord-nord-est, sous la grande plaine pliocène dont le sol, d'après M. Dereims, est formé de gypse et de faluns riches en fossiles ([2]); mais, à partir de Tonizikt, on observe des grès et quartzites qui semblent limiter dans cette direction le bassin éocène.

» Il nous reste maintenant à rechercher les relations qui devaient exister à l'époque éocène inférieure entre la partie de l'Océan où se déposaient les sédiments nummulitiques récemment découverts et les pays où l'on a déjà signalé la *N. Ehrenbergi*.

» Cette espèce paraît avoir son développement maximum dans l'Égypte moyenne où on la retrouve depuis le Caire jusqu'à Minieh et Benihassan, des deux côtés du Nil ([3]). Sur la rive droite, on la rencontre dans la chaîne arabique et dans les couches supérieures du Mokattam. Sur la rive gauche, en dehors du gisement des Pyramides de Gizeh, elle se montre sur une surface immense dans le désert lybique.

» On la trouve encore en plusieurs points de l'Asie, sur les pentes inférieures du Sinaï, dans le Wadi-el-Arabah, en Palestine au mont Garizim, etc.; elle a été enfin signalée en Algérie par M. Ficheur aux environs de Parmentier.

» On peut se demander, au premier abord, si la présence de la *N. Ehrenbergi* à Saint-Louis ne témoignerait pas d'une communication qui aurait existé entre l'Atlantique et la Méditerranée, par le Sahara algérien et les régions situées à l'ouest du désert lybique; mais d'autre part, l'absence de dépôts nummulitiques dans le Grand Désert ([4]) plaide en faveur de l'opinion déjà exprimée par M. Rolland ([5]), que cette partie du conti-

([1]) *Mém. Soc. pal. suisse;* 1880 (*Pl. I, fig.* 1, 2, 3, 6, 10).
([2]) *Compte rendu de la mission Blanchet.*
([3]) De la Harpe, *Mém. Soc. pal. suisse,* 1880-1881.
([4]) Pomel et Rolland, *Travaux sur la Géologie du Sahara.*
([5]) Rolland, *Comptes rendus,* p. 999; 1890.

nent africain est restée émergée dans les temps éocènes. Les formations nummulitiques qui se poursuivent, de l'Algérie jusque dans le Maroc, semblent bien indiquer d'ailleurs que cette communication de la Méditerranée avec l'Atlantique s'effectuait alors, comme de nos jours, au nord de l'Afrique seulement.

» On arrive ainsi à cette importante conclusion que, *vers la fin de la période éocène inférieure, la mer formant un vaste golfe dans la partie orientale du désert lybique et dans le désert arabique, et recouvrant une partie de l'Algérie, contournait au nord-ouest le continent africain et suivait à distance la ligne du rivage actuel de l'Atlantique, pour atteindre au sud le bassin de Saint-Louis.* »

GÉOLOGIE. — *La nappe de recouvrement des environs de Gavarnie et de Gèdre. Comparaison des bassins crétacés d'Eaux-Chaudes, de Gèdre et de Gavarnie.* Note de M. **A. Bresson**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« A la suite des remarquables études sur la géologie de la vallée d'Ossau [1], de MM. Palassou, Coquand, Leymerie, Seunes, Stuart-Menteath, Liétard, on connaît l'existence du Crétacé à Rudistes en couches horizontales sur le granite amphibolique des Eaux-Chaudes et au Balaïtous. Les conglomérats à éléments granitiques, les fossiles de faune littorale en bancs plaqués directement sur le granite et *à la base du crétacé,* ont permis à ces auteurs de démontrer clairement que les calcaires crétacés avaient été déposés *sur place même où on les voit aujourd'hui* et qu'une *pénéplaine* existait alors dans cette portion des Pyrénées. Les mêmes observations furent faites dans la région de Gavarnie par MM. Ramond, de Charpentier, Durocher, Dufrénoy. La discordance du Crétacé, à la Cascade de Gavarnie, sur les formations paléozoïques granitisées de Gèdre et de Gavarnie, sans interposition de formations secondaires plus anciennes, indiquait encore nettement, sur le versant méridional de la chaîne pyrénéenne, un envahissement de la mer qui a déposé les calcaires à Rudistes. En 1899, nous avons pu établir la présence des calcaires à Hippurites aux environs de Gèdre, à 8^{km} au nord des affleurements de la Cascade de Gavarnie, ainsi que dans le fond du cirque de Troumouse. Une exploration récente vient de nous les faire découvrir dans la vallée de la Gela.

---

[1] Pour la Bibliographie, jusqu'à 1887, voir J. Caralp, *Études géologiques sur les hauts massifs des Pyrénées centrales,* Toulouse, 1888.

» La succession des terrains anciens dans les vallées d'Aure, d'Héas et de Gavarnie est la suivante :

» 1. Schistes argileux subsatinés en grandes dalles alternant avec des lits de quartzites gris, des schistes rougeâtres ou verdâtres (Ordovicien).

» 2. Schistes et quartzites avec lentilles de calcaire gris et grauwackes du niveau à *Orthis Actiniæ* (Caradoc).

» 3. Schistes noirs, carburés à *Monograptus* et calcaire noir à *Orthocères* (Gothlandien).

» 4. Schistes argileux gris, grauwackes et calcaires gris à *Pleurodictyum problematicum*, *Phacops Potieri*, *Spirifer Pellicoi*, *Atrypa reticularis*, *Fenestella plebeia*, *Zaphrentis*, *etc.* (Dévonien inférieur).

» 5. Calcaires gris, quelquefois noirâtres et dolomies à polypiers siliceux (*Zaphrentis*, *Cyathophyllum*) à *Phacops* et *Atrypa reticularis*.

» 6. Dalle à *Spirifers*, *Rhynchonelles*, *Atrypa reticularis*.

» 7. Schistes gris à *Calamites*, quartzites, schistes rouges et verts, calcaires gris, calcaires noirs spathiques, calcaires amygdalins roses et verts, dolomies rousses. Les lydiennes de la base du Carbonifère n'existent pas aux environs de Gèdre et de Gavarnie. Les calcaires blancs, gris et noirs, amygdalins, renferment au plateau de Saint-André et au pic Blanc dans la vallée des Espécières : *Glyphioceras crenistria*, *Prolecanites Henslowi*.

» De l'est à l'ouest, des environs du lac de Caillaouas à Gavarnie, les formations siluriennes se chargent de mâcles, au fond des vallées de Rioumagou, Moudang, la Gela, et, sous l'action du granite, prennent un facies de plus en plus cristallin, très intense dans les schistes, quartzites, calcaires, pseudo-gneiss et pseudo-micaschistes de Gèdre et de Gavarnie. Sur les schistes noirs de Saugué et d'Héas, criblés de mâcles et signalés par L. Ramond, abondent les *Monograptus* du *Silurien supérieur*.

» A l'ouest de la vallée de la Gela, une *discordance mécanique* s'établit entre le Gothlandien et les formations plus anciennes qui, jusque-là, pendaient toutes uniformément vers le nord. Les calcaires à Rudistes reposent alors directement, à la Gela, en couches à peu près horizontales, sur la tranche des couches ordoviciennes très relevées et plus à l'ouest, entre les vallées de Héas et de Gavarnie, au-dessus de la plateforme ordovicienne granitisée et de la corniche de calcaires à Rudistes qui repose directement sur elle, on peut relever de bas en haut la succession suivante dans la calotte de terrains anciens superposés presque horizontalement au Crétacé : Gothlandien, Schistes du Dévonien inférieur, Dalle, Schistes du Dévonien inférieur, Calcaire à polypiers siliceux, Schistes et calcaires du Carbonifère. C'est exactement la série de terrains anciens comprise entre Gèdre et Sia.

» L'étude détaillée de cette calotte nous a permis de constater que *tous les plis dessinés dans le Dévonien et le Carbonifère* (plis du Piméné et du mont Herran) *sont déjetés vers le sud et viennent reposer sur les calcaires crétacés de la crête frontière* entre le pic de Port-Bieil (2762^{m}) et la cascade Gavarnie. A l'ouest de la vallée de Gavarnie, les éléments du terrain

ancien que nous venons d'indiquer *montrent, au-dessus du Crétacé, une succession de plis et d'écailles* (source de Calavus) *empilés les uns sur les autres, refoulés vers le sud parfois presque jusqu'à l'horizontale.*

» D'ailleurs, la bande dévonienne d'Aragnouet-Gèdre se poursuit jusqu'au pic de Vignemale (3298^m) où abondent *Pleurodictyum problematicum, Atrypa reticularis, Fenestella plebeia*, etc., dans les calcaires et schistes profondément modifiés par le granite de Cauterets.

» Du pendage de ces couches, *vers le nord*, entre Gèdre et Sia, résulte un déjettement considérable *vers le sud* des terrains en place où nous voyons l'origine des masses de recouvrement.

» Une pénéplaine a existé sur le versant sud des Hautes et Basses-Pyrénées, permettant aux calcaires à Rudistes largement transgressifs de se déposer en discordance angulaire sur la tranche des couches déjà relevées et granitisées du Silurien moyen (Gavarnie, Gèdre, etc.) ou sur des massifs granitiques (Eaux-Chaudes, Balaïtous).

» La nature essentiellement résistante du substratum *a maintenu le Crétacé à peu près dans sa position originelle* et a eu pour effet *de servir de massif de résistance* aux grands refoulements des couches poussées vers l'Espagne.

» Le *plan de poussée principal* s'est produit ensuite, vers la fin de l'Éocène, *entre le Crétacé et les schistes noirs essentiellement délitables* (Gavarnie) *du Gothlandien*, amenant d'un seul bloc tout le paléozoïque sur le Crétacé et déterminant des étirements considérables. Sur le front méridional de la nappe de Gavarnie, les schistes carburés, dont l'épaisseur normale est de plus de 1000^m, n'ont guère plus de 1^m à 20^m d'épaisseur et la Dalle, épaisse ailleurs de 2^m à 300^m, est ici à l'état de lambeaux rudimentaires.

» Le Crétacé a été raboté pendant le charriage. L'existence de plis et d'écailles dans la masse en recouvrement prouve que la nappe charriée *a été plissée sur elle-même* pendant le charriage. Le déversement uniforme et général des plis vers le sud démontre bien que l'*origine de la nappe est au nord de Gèdre* et bannit formellement l'hypothèse d'un double déversement des formations anciennes sur le Crétacé.

» Ces conclusions sont applicables, pour partie, à la région des Eaux-Chaudes et des Eaux-Bonnes [1] où nous avons contribué déjà à établir que toutes les couches du terrain de transition, à l'exception du Silurien, sont refoulées à l'état de plis et d'écailles sur le Crétacé supérieur du Pic de Cer et des Eaux-Chaudes. »

[1] Voir STUART-MENTEATH, *B. S. G. F.*, 3e série, t. XX, p. 371-374, Coupe; 1893.

M. **Emm. Pozzi-Escot** adresse une Note relative à l' « Action réciproque des oxydases et des hydrogénases; contribution à l'étude du *philothion* ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 janvier 1902.

Joseph-Alexandre Laboulbène, Professeur d'Histoire de la Médecine et de la Chirurgie à la Faculté de Médecine de Paris, Médecin de l'hôpital de la Charité, Président de l'Académie de Médecine (1825-1898), par les Docteurs Louis Beurnier et Pierre Cambours; avec une *Préface* de M. le Professeur Lannelongue, de l'Institut, Dijon, impr. Darantière, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lannelongue.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Mascart, Moissan; 7e série, t. XXV, janvier 1902. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 fasc. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie. Rédacteur principal : M. Riche; 93e année, 6e série, t. XV, n° 1; 1er janvier 1902. Paris, Octave Doin; 1 fasc. in-8°.

La Lancette française, gazette des hôpitaux civils et militaires; 75e année, n° 1; jeudi 2 et samedi 4 janvier 1902. Paris; 1 fasc. in-4°.

Le Progrès médical, 31e année, 3e série, t. XV, n° 1; 4 janvier 1902. Paris; 1 fasc. in-4°.

La Tribune médicale, revue française de Médecine. Rédacteur en chef : J.-V. Laborde; 35e année, 2e série, n° 1. Paris; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique, paraissant le samedi; 4e série, t. XVII, n° 1 (premier semestre); 4 janvier 1902. Paris, Schleicher frères; 1 fasc. in-4°.

La Nature, revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie, journal hebdomadaire illustré. Directeur : Henri de Parville; 30e année, n° 1493, janvier 1902. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°.

Le Magasin pittoresque. Directeur littéraire et artistique : Ch. Fromentin; directeur-administrateur : Ém. Fouquet; 70e année, n° 1, 1er janvier 1902. Paris, 1 fasc. in-4°.

Moniteur industriel, économique, commercial, financier. Directeur : Jules de Meeus; rédacteur en chef : El; 29e année, n° 1, samedi 4 janvier 1902. Paris, Bruxelles, 1 fasc. in-4°.

La Chronique industrielle et *L'Industriel du Nord et des Ardennes,* par Casalonga; 25e année, n° 1, 1er janvier 1902. Paris; 1 fasc. in-4°.

Meteorological observations made at the Adelaïde observatory, and other places in South Australia and the northern territory, during the year 1898, under the direction of Charles Todd. Adélaïde, 1901; 1 vol. in-4°.

Australian Museum. Report of the trustees for the year 1900. Sydney, 1901; 1 fasc. in-4°.

Annalen der Physik, vierte Folge, Bd VII, Heft 1. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1902; 1 vol. in-8°.

The geographical Journal, including the Proceedings of the Royal geographical Society; Vol. XIX, n° 1, january 1902. Londres; 1 fasc. in-8°.

Pharmaceutical Journal, a weekly record of pharmacy and allied sciences; fourth series, n° 1645, saturday, january 4, 1902. Londres; 1 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JANVIER 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les périodes des intégrales doubles et sur une classe d'équations différentielles linéaires.* Note de M. **Émile Picard.**

« On sait que, étant donnée une courbe algébrique dépendant d'un paramètre α

$$f(x, y, \alpha) = 0,$$

où f désigne un polynome en x, y, et α, les périodes d'une intégrale abélienne relative à cette courbe

$$\int R(x, y, \alpha)\,dx$$

(R étant rationnelle en x, y et α) sont des fonctions de α satisfaisant à une équation différentielle linéaire dont les coefficients sont rationnels en α.

» Un problème analogue se pose de lui-même pour une surface algébrique

$$f(x, y, z, \alpha) = 0,$$

dépendant d'un paramètre α. Afin de bien préciser, supposons que, pour α arbitraire, la surface soit de la nature de celles que nous envisagions dans une Communication récente, et, pour prendre le cas le plus intéressant, considérons une intégrale double de seconde espèce

$$\text{(1)} \qquad \iint \frac{Q(x, y, z, \alpha)\,dx\,dy}{f'_z},$$

Q étant un polynome en x, y, z et α. Les périodes correspondant à des cycles à deux dimensions, tout entiers à distance finie, *sont des fonctions de α satisfaisant à une équation différentielle linéaire.*

» On peut obtenir une telle équation en procédant de la manière sui-

vante : Posons

$$\mathrm{R} = \frac{\mathrm{Q}}{f'_z};$$

toutes les intégrales doubles

$$\int\int \frac{\partial^k \mathrm{R}}{\partial \alpha^k}\,dx\,dy$$

sont, comme (1), de seconde espèce. Si l'on prend μ assez grand, on est assuré de pouvoir déterminer des fonctions rationnelles A_k de α, telles que la somme

$$\sum_{k=0}^{k=\mu} \mathrm{A}_k \int\int \frac{\partial^k \mathrm{R}}{\partial \alpha^k}\,dx\,dy$$

soit de la forme

$$(2) \qquad \int\int \left(\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial x} + \frac{\partial \mathrm{V}}{\partial y}\right) dx\,dy,$$

U et V étant des fonctions rationnelles de x, y, z et α devenant seulement infinies à distance finie, quand $f'_z = 0$. Il résulte de là que toutes les périodes considérées ω de l'intégrale double (1) satisfont à l'équation différentielle linéaire qu'il est possible d'obtenir explicitement

$$\mathrm{A}_0\,\omega + \mathrm{A}_1 \frac{d\omega}{d\alpha} + \ldots + \mathrm{A}_\mu \frac{d^\mu \omega}{d\alpha^\mu} = 0.$$

» Certaines périodes ω peuvent satisfaire à des équations d'ordre moindre. Il peut arriver, en effet, qu'on puisse déterminer des fonctions rationnelles $\mathrm{B}_0, \ldots, \mathrm{B}_\nu$ de $\alpha\,(\nu < \mu)$, telles que

$$\sum_{k=0}^{k=\nu} \mathrm{B}_k \int\int \frac{\partial^k \mathrm{R}}{\partial \alpha^k}\,dx\,dy$$

soit encore de la forme (2), avec la différence que U et V deviennent infinies pour d'autres continuum C que ceux qui correspondent à $f'_z = 0$.

» Si donc on a une période ω correspondant à un cycle qui ne rencontre pas les continuum C, l'expression

$$\mathrm{B}_0\,\omega + \mathrm{B}_1 \frac{d\omega}{d\alpha} + \ldots + \mathrm{B}_\nu \frac{d^\nu \omega}{d\alpha^\nu}$$

sera nulle; mais, dans le cas contraire, elle pourra être différente de zéro.

» J'ai d'ailleurs, à un autre point de vue, déjà appelé l'attention (*Comptes rendus*, 10 octobre 1899) sur la circonstance qui se présente dans ce

dernier cas, à savoir qu'on peut avoir, pour une surface algébrique,

$$\int\int R(x, y, z)\, dx\, dy = \int\int\left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y}\right) dx\, dy,$$

U et V devenant infinies pour des valeurs de x, y, z laissant R finie. La possibilité de ce fait est l'origine de difficultés dans la réduction des intégrales doubles de seconde espèce; j'en ai donné un exemple dans la Note citée et j'aurai à revenir sur ce point, qui est de grande importance. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés de l'hydrure de sodium.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Le sodium, de même que le potassium, peut se combiner à l'hydrogène pour donner un composé défini et cristallisé de formule Na H. Cette combinaison est mise en évidence en chauffant avec précaution du fil brillant de sodium disposé dans une petite nacelle de fer dans la partie courbe d'une éprouvette de verre remplie de gaz hydrogène bien sec. En élevant lentement la température du sodium et en la maintenant à + 360°, on voit bientôt de petits cristaux blancs très légers venir se condenser au-dessus de la nacelle et former un lacis de fines aiguilles.

» Cette expérience est assez délicate à réaliser parce que la formation et la décomposition de l'hydrure de sodium se limitent mutuellement à la même température.

» Si nous chauffons, par exemple, du sodium dans un courant d'hydrodène à + 340°, température déterminée au moyen de la pince thermo-électrique, le métal ne tarde pas à se recouvrir d'une couche transparente d'hydrure, mais le produit ne se volatilise pas. Cependant, lorsque l'expérience dure une dizaine d'heures sous une pression un peu supérieure à la pression atmosphérique, on obtient un très léger anneau d'hydrure, ou bien une petite houppe de cristaux, à l'extrémité de la nacelle de fer qui contient le métal alcalin. A cette température, le verre n'est pas attaqué.

» Si l'on répète cette expérience à 430°, température prise également à la pince thermo-électrique, l'hydrure de sodium se forme, mais en même temps le sodium se volatilise en assez grande quantité, l'attaque du verre se produit et l'on voit l'intérieur du tube se recouvrir d'un enduit brun ou noir de silicium, et de silicates alcalins. En même temps il se dépose, en avant et en arrière de la nacelle, un sublimé blanc d'aiguilles très fines qui sont souillées par une petite quantité de métal alcalin.

» Enfin, si l'on opère à 800°, dans un tube de fer, le sodium distille, et il se forme dans la partie froide, en présence du sodium n'ayant plus qu'une faible tension de vapeur, un anneau blanc d'hydrure contenant le plus souvent du métal finement divisé.

» Mais l'hydrure de sodium est soluble dans le sodium, de telle sorte que, si nous prenons le métal alcalin contenu dans les nacelles de fer qui ont été chauffées dans un courant d'hydrogène à 360° ou à 430°, il sera possible de séparer cet hydrure de l'excès de sodium. Il suffit pour cela d'épuiser le contenu de la nacelle par de l'ammoniac liquéfié à la température de $-40°$. Dans ces conditions, tout le métal alcalin est dissous sous forme de sodammonium, et il reste une substance blanche qui est lavée à l'éther sec, puis séchée à la trompe sans avoir le contact de l'air. Cette matière blanche, chauffée ensuite dans le vide, se dédouble en gaz hydrogène et en sodium. Ce n'est pas cependant un hydrure absolument pur. Malgré tous les soins apportés à cette manipulation, l'hydrure ainsi préparé renferme toujours une petite quantité d'oxyde de sodium qui reste dans la nacelle après décomposition de l'hydrure par la chaleur.

» Pour obtenir l'hydrure de sodium pur, il faut condenser sa vapeur au moment de sa formation. A cet effet, nous plaçons des fils de sodium bien brillants dans une nacelle de fer et nous disposons cette dernière dans un tube de verre traversé par un courant d'hydrogène pur. Toutes ces manipulations doivent se faire dans l'acide carbonique parfaitement sec. L'hydrogène employé est préparé par l'action de l'acide sulfurique étendu, exempt d'arsenic, sur du zinc laminé. Le gaz sec traverse un tube de porcelaine rempli de tournure de cuivre portée au rouge; il est desséché ensuite par son passage sur de la potasse fondue et dans deux éprouvettes remplies de fils de sodium tassés et bien brillants. Les différentes parties de l'appareil sont réunies par des tubes de plomb et les joints sont faits au moyen de gomme laque. Enfin, on maintient l'hydrogène sous une pression un peu supérieure à la pression atmosphérique.

» Nous chauffons ensuite le tube de verre horizontal qui renferme le sodium, sur une grille à gaz à $+370°$ en ayant soin, comme nous l'avons fait dans la préparation de l'hydrure de potassium, de maintenir à une température un peu plus faible la partie supérieure du tube.

» Dans ces conditions, l'hydrure se condense au-dessus du sodium. Lorsque l'expérience est terminée, on laisse refroidir l'appareil, la nacelle est retirée du tube de verre et ce dernier est scellé ensuite à chacune de ses extrémités. Chaque tube, ainsi préparé, servira à l'étude d'une pro-

priété physique ou chimique, car il est très difficile de diviser ou de recueillir l'hydrure de sodium.

» *Propriétés.* — L'hydrure de sodium se présente en cristaux transparents altérables par la plus petite trace d'eau. Tantôt ces cristaux ont la forme de filaments enchevêtrés, tantôt ils se présentent en prismes brillants à arêtes très vives. Dès que cet hydrure est au contact de l'air, chaque cristal attire l'humidité, dégage aussitôt de l'hydrogène et parfois s'enflamme sous l'influence de la chaleur produite dans cette réaction. Aussitôt que cette décomposition avec incandescence commence, tout l'hydrogène est brusquement dégagé, les cristaux laissent perler de petites gouttelettes brillantes de sodium qui brûlent encore à l'air après le dédoublement rapide de l'hydrure.

» Placé dans un tube de verre et chauffé dans le vide, cet hydrure se décompose en hydrogène et en sodium. Cette réaction se produit à une température assez basse pour que le tube de verre ne soit pas attaqué.

» L'hydrure de sodium est insoluble dans l'essence de térébenthine, dans le tétrachlorure de carbone, dans le sulfure de carbone et dans la benzine. Il se dissout, comme nous l'avons fait remarquer précédemment, dans le sodium en fusion et dans l'amalgame de sodium. Sa densité, déterminée au moyen d'un mélange de sulfure de carbone et d'essence de térébenthine de façon que l'hydrure reste en suspension dans le mélange, a été trouvée voisine de 0,92.

» Dans un courant de gaz fluor, l'hydrure de sodium devient de suite incandescent avec un grand dégagement de chaleur et de lumière. Il se forme de l'acide fluorhydrique et du fluorure de sodium. La décomposition est tout aussi violente en présence du chlore sec. Aussitôt que l'hydrure tombe dans ce gaz, il se produit une lumière éblouissante, et le dégagement de chaleur est tel que tout le chlorure de sodium formé est volatilisé. Au contraire, à -35° il n'attaque pas le chlore liquide. L'hydrure de sodium ne réagit ni sur le brome froid ni sur le brome en ébullition. Chauffé dans la vapeur de brome, il se décompose avec incandescence. L'iode, chauffé vers 100°, en présence de l'hydrure de sodium, fournit aussi une incandescence très forte et l'iodure produit est fondu.

» L'hydrure de sodium prend feu au contact de l'oxygène sec à la température de $+230^{\circ}$. Il est absolument stable dans l'oxygène liquide. Légèrement chauffé en présence de l'air, il s'enflamme. Avec la vapeur de soufre, la réaction est violente : vive incandescence et volatilisation du sulfure de sodium.

» Le fluorure de plomb broyé avec l'hydrure de sodium et légèrement chauffé devient incandescent.

» Les oxydants, tels que le chlorate de potassium fondu ou le peroxyde de sodium chauffé, décomposent avec violence l'hydrure de sodium. La réaction est explosive. Cet hydrure s'enflamme au contact de l'eau de chlore ou de l'eau de brome.

» Les vapeurs d'hypoazotide à + 15° réagissent sur l'hydrure avec dégagement de chaleur et de lumière.

» L'acide sulfurique concentré le décompose avec dépôt de soufre et dégagement d'hydrogène sulfuré. Projeté dans l'acide nitrique monohydraté, il est oxydé avec incandescence. Il s'enflamme de même au contact d'une solution d'acide chlorhydrique.

» Chauffé légèrement dans le gaz acide carbonique, il le décompose en mettant du carbone en liberté.

» En présence d'un excès d'eau, une petite quantité d'hydrure se décompose instantanément, sans incandescence, en donnant de la soude et de l'eau,

$$NaH + H^2O = NaOH + H^2.$$

» Si nous chauffons entre 200° et 250° de l'hydrure de sodium, dans une cloche courbe en présence de gaz acide chlorhydrique, ce dernier est remplacé par un égal volume d'hydrogène en même temps qu'il s'est formé du chlorure de sodium,

$$NaH + HCl = NaCl + H^2.$$

» *Analyse.* — Nous avons établi la composition de l'hydrure de sodium par un grand nombre d'expériences.

» 1° Un poids déterminé d'hydrure est placé dans un tube de verre, puis on fait le vide dans l'appareil au moyen d'une trompe à mercure.

» On chauffe ensuite très doucement l'hydrure, qui se décompose en hydrogène et sodium sans qu'il y ait attaque du tube de verre. L'hydrogène est recueilli, mesuré, analysé à l'endiomètre, pour vérifier sa pureté et son volume, et ramené enfin à 0° et à 760^{mm}. Le sodium condensé dans le tube de verre est mis en contact avec de l'eau et fournit un volume d'hydrogène égal au précédent, ce qui établit la formule NaH. Par exemple, 0,0236 d'hydrure nous ont donné dans le vide 10$^{cm^3}$,6 d'hydrogène et le sodium recueilli décomposé par l'eau nous a fourni 9$^{cm^3}$,9. La quantité théorique d'hydrogène pour NaH serait 10,9 [1].

---

[1] Dans cette analyse on trouve toujours un chiffre un peu plus faible pour le volume d'hydrogène produit par le sodium au contact de l'eau, parce que la nacelle de fer qui renferme l'hydrure retient une petite quantité de sodium.

» 2° Un poids déterminé d'hydrure est chauffé dans le vide comme précédemment; l'hydrogène est recueilli, et son poids est déduit de son volume.

Hydrure.	H en volume.	H pour 100 en poids.	Hydrogène pour 100 pour NaH en poids.
0,0158	6,8	3,8	4,16
0,0274	11,4	3,7	
0,0350	16,8	4,3	

» 3° Un poids quelconque d'hydrure est décomposé par la chaleur; l'hydrogène est recueilli, analysé, son volume ramené à 0° et à 760^{mm}, et la quantité de soude est titrée puis dosée ensuite à l'état de sulfate de sodium.

	1.		2.		Théorie pour NaH.
		Pour 100		Pour 100	Pour 100
Sodium	0^g,0404	95,7	0^g,0235	95,7	95,83
Hydrogène en volume..	20$^{cm^3}$,2	»	11$^{cm^3}$,8	»	»
Hydrogène en poids...	0^g,0018	4,2	0^g,00105	4,2	4,16

» *Conclusions.* — Le sodium, comme le potassium, fournit un hydrure cristallisé de formule NaH, ayant des propriétés réductrices très énergiques, et soluble dans les métaux alcalins. Nous ferons remarquer que M. Henri Gautier publie aujourd'hui un intéressant Travail sur l'hydrure de strontium qu'il a obtenu pur et cristallisé. L'existence de ces combinaisons nouvelles démontre donc que les métaux alcalins aussi bien que les métaux alcalino-terreux peuvent, par union directe, se combiner à l'hydrogène pour donner des hydrures parfaitement cristallisés, décomposables par l'eau et plus ou moins dissociables par simple élévation de température. Ils forment une nouvelle série de composés curieux possédant des propriétés importantes. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Culture de la luzerne sur des terres sans calcaire.* Note de MM. **P.-P. Dehérain** et **E. Demoussy**.

« Pendant les deux étés 1900 et 1901, nous avons exécuté sur la luzerne des expériences analogues à celles qui ont porté sur le trèfle et que nous avons eu l'honneur de présenter récemment à l'Académie ([1]).

» La luzerne a été semée en 1900 dans une terre de bruyère riche en débris organiques et en 1901 dans une terre de Bretagne provenant de

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1174; 1901.

l'altération du gneiss, l'une et l'autre sans carbonate de chaux, et la dernière si pauvre en acide phosphorique qu'on a dû renoncer à le doser.

» Culture dans la terre de bruyère en 1900. — On a distribué à tous les vases, renfermant environ 3^{kg} de terre, 3^{g} de phosphate de potasse.

» *Terre de bruyère avec phosphate de potasse seulement.* — Le semis échoue à diverses reprises, cependant on finit par obtenir la levée de quelques graines, et le 9 juillet, au moment de la coupe, les vases sont garnis d'un petit nombre de plantes assez vigoureuses ; on obtient en moyenne 4^{g} de luzerne sèche.

» Des nodosités apparaissent sur quelques racines, mais un grand nombre de pieds en sont privés ; des pieds assez chétifs portent des nodosités de fortes dimensions; sur d'autres, elles présentent la forme de bouquets divergeant en éventail qui nous avait déjà frappés dans la culture du trèfle.

» *Terre de bruyère avec $\frac{20}{100}$ de carbonate de chaux.* — Les vases, mieux garnis que les précédents, présentent encore de nombreuses places vides ; le 9 juillet, on recueille sur un vase 9^{g},9 de luzerne sèche, sur l'autre 13^{g},9. Les racines portent des nodosités assez nombreuses, mais elles paraissent médiocrement efficaces ; elles ont le même aspect que celles des pots sans calcaire ; cependant il arrive que la partie cylindrique se réduise et que le pointement blanc soit fixé directement sur la racine.

» *Terre de bruyère additionnée de $\frac{10}{100}$ de terre de jardin.* — La terre de jardin, employée à haute dose, est calcaire; la luzerne y croît vigoureusement. Son addition a été très favorable; le 19 juillet, un des vases donne un poids sec de 23^{g},6, l'autre de 33^{g},6; c'est ce dernier vase qui est représenté dans la photographie que nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie; les différences que montrent les trois vases sont notables.

» Les racines portent encore des nodosités formées d'une partie cylindrique terminée par un pointement blanc; on les trouve encore réunies en bouquets en certains points de la racine; elles sont très peuplées de bactéries médiocrement agiles.

» *Terre de bruyère additionnée de $\frac{10}{100}$ de terre de jardin et de $\frac{20}{100}$ de carbonate de chaux.* — Cette dose massive de calcaire n'a pas modifié la récolte d'une façon bien sensible : un des vases a donné 32^{g},8 de luzerne sèche, l'autre 30^{g},9; la moyenne est donc plus forte que celle des vases qui ont reçu seulement la terre de luzerne.

» On trouve sur les racines les nodosités formées de pédoncules foncés, surmontés d'un pointement blanc; mais on ne retrouve pas la disposition en bouquets, divergeant en éventail d'un seul point; les nodosités sont au contraire réparties sur toute la hauteur de la racine.

» Les résultats de la culture se résument dans le Tableau suivant :

	Luzerne sèche récoltée le 19 juillet.
	g
Terre de bruyère avec phosphate de potasse seulement.....	4,3
Terre de bruyère avec $\frac{20}{100}$ de calcaire....................	11,7
Terre de bruyère avec $\frac{10}{100}$ de terre de jardin..............	28,6
Terre de bruyère avec $\frac{10}{100}$ de terre de jardin et $\frac{20}{100}$ de calcaire..	31,9

» L'intervention de la terre de jardin a donc été décisive, et elle l'a été en apportant les germes des bactéries efficaces; les racines sont couvertes de nodosités nombreuses, en général isolées; toutefois on rencontre encore la disposition en bouquet observée sur la terre de bruyère sans addition. Le point important à noter est que, sous l'influence de cette inoculation massive, la récolte est devenue sept fois plus forte que lorsque la luzerne a été semée dans la terre de bruyère sans addition.

» CULTURE DE LA LUZERNE EN TERRE DE BRETAGNE. — Cette terre manquant absolument d'acide phosphorique, on a distribué à chacun des vases renfermant environ 5^{kg} de terre, 5^g de phosphate de potasse, c'est-à-dire un millième.

» *Terre de Bretagne avec phosphate de potasse seulement.* — Les deux vases ne sont que médiocrement garnis; le 11 juin, au moment où a été prise la photographie que nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, leur récolte sèche moyenne est de 6^g. L'examen des racines montre des nodosités présentant toujours le même aspect : cylindre lilas ou brun, surmonté d'un pointement blanc; la disposition en bouquets est très fréquente. En faisant, en octobre, un triage des racines, on en trouve 11 seulement portant des nodosités isolées contre 42 avec des nodosités en bouquets. La luzerne de la première coupe renferme 3,03 d'azote pour 100 de matière sèche, celle de la seconde coupe 3,05; elle a donc une composition normale.

» *Terre de Bretagne avec $\frac{10}{100}$ de carbonate de chaux et phosphate de potasse.* — L'addition du calcaire, qui avait suffi pour porter au maximum la récolte du trèfle, n'exerce pas grande action sur le développement de la luzerne. Le 11 juin, on trouve 6^g de luzerne sèche, c'est-à-dire un poids égal à celui qu'ont fourni les vases sans calcaire; en octobre, au moment du classement des racines, on en trouve 51 portant des bouquets et 14 des nodosités isolées. La partie aérienne de la luzerne, un peu pauvre en azote (2,42 pour 100 de matière sèche) au moment de la première coupe, s'est enrichie plus tard, car le regain renfermait 3,57 d'azote.

» *Terre de Bretagne avec $\frac{10}{100}$ de terre de jardin et* 5^g *de phosphate de potasse.* — La terre de jardin provoque une végétation luxuriante, ainsi que le montre la photographie; pendant la première partie de la saison, on trouve surtout des nodosités isolées sur les racines, ce n'est que plus tard qu'apparaissent les bouquets. Le 11 juin, le poids de la récolte du vase 79 est de 12^g,5 et celui du vase 80 s'élève à 31^g,3. Au mois d'octobre, on compte 10 racines à bouquets contre 72 à nodosités isolées. La luzerne sèche de la première coupe renferme 2,90 d'azote pour 100 de matière sèche, celle du regain, 3,58.

» *Terre de Bretagne avec $\frac{10}{100}$ de calcaire et $\frac{10}{100}$ de terre de jardin,* 5^g *de phosphate de potasse.* — Au mois de juin, c'est ce mélange qui fournit le poids le plus élevé, il atteint 14^g,5 de luzerne sèche; au mois de juillet, le second vase en fournit 28^g,2.

» On a dosé dans la première coupe 2,80 d'azote dans 100 de matière sèche et 3,54 dans le regain.

» On a séparé en octobre les pieds à bouquets des pieds à nodosités isolées; les premiers sont au nombre de 8, les seconds de 75; l'ensemble des premiers pèse, après

dessiccation, $6^g,1$, comprenant $1^g,5$ de tiges et $4^g,6$ de racines; un pied moyen pèse donc $0^g,76$; les pieds à nodosités isolées ont donné $9^g,4$ de tiges, $22^g,9$ de racines formant un poids total de $32^g,3$ qui, divisés par 75, fournissent $0^g,43$ par pied.

» Ainsi les bactéries que produisent les nodosités en bouquets seraient plus efficaces que celles qui forment les nodosités isolées, et il est probable que, si les premières avaient apparu dès le début, la végétation des terres non inoculées aurait été plus forte que nous ne l'avons constaté; les nodosités rares, en effet, en juin et juillet, sont devenues plus nombreuses à l'arrière-saison.

» Le triage des pieds portant des nodosités isolées ou en bouquets a donné, en octobre, les nombres suivants :

	Nombre de pieds de luzerne portant des nodosités	
	en bouquets.	isolées.
Terre de Bretagne avec phosphate de potasse seulement.....	42	11
» » » » et carbonate de chaux..........	51	14
Terre de Bretagne avec terre de jardin..........	10	72
» » » » et carbonate de chaux.	8	75

» L'influence de l'inoculation sur la disposition des nodosités est donc très marquée; la terre de jardin apporte les germes des bactéries qui forment les nodosités isolées; ces bactéries dominent celles que renferme la terre de Bretagne et provoquent une puissante végétation.

» L'ensemble des observations conduit, en effet, aux chiffres suivants :

Numéros des vases.		Luzerne sèche recueillie.	
		11 juin.	6 juillet.
		g	g
75.	Terre de Bretagne et phosphate de potasse seulement....	6,2	»
76.	» » » » » ...	»	15,5
77.	» » » » et calcaire....	6,1	»
78.	» » » » »	»	15,6
79.	» » » » et terre de jard.	12,5	»
80.	» » » » » » .	»	31,3
81.	» » » » terre de jardin et calcaire..........	14,5	»
82.	Terre de Bretagne, phosphate de potasse, terre de jardin et calcaire..........	»	28,2

» *Résumé et conclusions.* — Les faits observés se résument dans les conclusions suivantes :

» 1° Les terres sans calcaire, sur lesquelles nous avons opéré, ren-

ferment les germes de bactéries propres à la symbiose avec la luzerne et le trèfle.

» 2° Les bactéries déterminent l'apparition de nodosités isolées, mais plus souvent celle de nodosités réunies en certains points de la racine d'où elles divergent en éventail; elles forment ainsi des sortes de bouquets.

» Les germes de ces bactéries sont rares dans l'une et l'autre de ces terres; aussi la végétation du trèfle et de la luzerne y est-elle languissante.

» 3° Cependant elle devient plus vigoureuse dans la terre de bruyère par l'addition du calcaire; dans la terre de Bretagne, cette addition suffit même pour pousser au maximum la récolte du trèfle, mais elle a peu d'action sur le développement de la luzerne.

» 4° L'inoculation à l'aide de la terre de jardin est toujours très favorable à la croissance de la luzerne; elle l'est à celle du trèfle dans la terre de bruyère. Cette inoculation provoque l'apparition sur les racines de nombreuses nodosités isolées; les bactéries qui les produisent pullulent, dominent celles qui produisent les nodosités en bouquets, mais ne les remplacent pas complètement.

» 5° Si le trèfle et la luzerne restent chétifs dans les deux terres en expériences, ce n'est pas qu'elles ne renferment des bactéries propres à la symbiose, mais elles y sont au début en trop petit nombre pour rendre la végétation puissante.

» Peut-on des faits précédents déduire quelques indications utiles aux praticiens et propres à favoriser la propagation des prairies artificielles?

» On voit que leur végétation peut être soutenue soit par inoculation, soit par introduction de calcaire.

» Nous avons employé aux inoculations des doses massives, et, en effet, de nombreux essais tentés sur le développement des lupins en pleine terre, avec épandage de petites quantités de terre, ont toujours échoué. Les doses massives présentent toutefois ce très gros inconvénient d'être très coûteuses; elles ne le sont cependant que si l'on opère sur de grandes surfaces; si, au début, on restreint les étendues inoculées à quelques ares, les quantités de terres à transporter n'entraînent plus de lourdes dépenses; or, une fois ces terres bien garnies de bactéries, on pourra les employer à inoculer les terres voisines et ainsi, de proche en proche et en quelques années, répandre partout les germes des bactéries efficaces.

» Il est bien à remarquer, en outre, que ces bactéries existent dans les deux terres étudiées; ce qui empêche la végétation d'être luxuriante, c'est que les germes sont rares; ils sont rares, soit parce que le milieu convient mal, c'est le cas pour le trèfle qui devient vigoureux dans la terre

de Bretagne sous la seule influence du calcaire, mais aussi parce que, habituellement, ces bactéries ne trouvent pas à leur portée les racines qui leur assurent une alimentation convenable, et il est vraisemblable qu'en créant un milieu favorable par l'addition de calcaire et de phosphates, et en apportant les aliments par le semis du trèfle ou de la luzerne, on verra en quelques années les bactéries pulluler, et qu'enfin les prairies artificielles pourront être créées, sans inoculation, là où actuellement elles n'existent pas. »

M. A. **Ditte**, en présentant à l'Académie un Volume qu'il vient de publier sous le titre « Introduction à l'étude des métaux », dans lequel il a réuni et développé quelques-unes de ses Leçons à la Faculté des Sciences, s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage est divisé en deux Parties : l'une contient des Chapitres sur la nature, l'origine, la genèse des minerais métallifères; sur les principes qui servent de bases aux opérations métallurgiques ; sur les propriétés des métaux considérés en eux-mêmes. L'autre renferme, avec quelques développements relatifs aux phénomènes généraux de la combinaison et de la décomposition, l'étude des qualités des métaux envisagés dans leurs relations avec les autres corps et se termine par des considérations sur la classification des corps simples. J'ai résumé et coordonné dans ce Volume les résultats publiés dans un grand nombre de Mémoires originaux, et j'espère qu'il rendra service aux personnes désireuses d'acquérir sur les matières métalliques des connaissances très générales, capables de leur permettre de s'initier aisément aux questions d'ordre scientifique, technique ou industriel, se rapportant à ces corps. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de six Membres, qui sera chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre laissée vacante par le décès de M. *de Jonquières*. Le Président en exercice fait, de droit, partie de cette Commission.

MM. **Maurice Lévy**, **H. Poincaré**, **Marey**, **Edm. Perrier**, **Haton de la Goupillière**, **Cailletet** réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. P. Carles adresse une Note ayant pour titre : « Les microbes de la piqûre ne passent-ils pas une partie de leur existence sur certaines Phanérogames, notamment sur celles du *Plumbago Europea* Linn. ? »

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Guignard, Prillieux.)

M. Emm. Pozzi-Escot adresse un Mémoire relatif aux « propriétés catalytiques des hydrogénases ».

(Renvoi à la Section d'Economie rurale.)

CORRESPONDANCE.

M. le Dr Léon Labbé prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, actuellement vacante.

M. P. Mazé adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la « Série des Cartes, à des échelles comprises entre un millionième et un cent-millième, publiées par M. *Moreno*, au nom de la Commission argentine de délimitation de frontières ». (Présenté par M. de Lapparent.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les paramètres intégraux.* Note de M. Alf. Guldberg, présentée par M. Picard.

« On sait combien se sont montrées fécondes les notions d'invariant différentiel et de paramètre différentiel dans les différentes branches de l'Analyse. Sophus Lie a, dans deux de ses derniers Mémoires, mis en évidence le rôle important que jouent les invariants intégraux dans la théorie

des équations différentielles. Dans les lignes suivantes nous considérons les paramètres intégraux, qui sont une généralisation directe des paramètres différentiels.

» Soit donné le groupe continu (G) des deux variables x et y. Nous entendons par un *paramètre intégral* une telle fonction Ω de x, y, y', y'', ..., $y^{(n)}$ et de φ, φ', ..., $\varphi^{(p)}$ que, si $I = \int \varphi(x, y, y', \ldots, y^{(r)})\,dx$ est un invariant intégral au groupe (G),

$$I_1 = \int \Omega(x, y, y', \ldots, y^{(n)}; \varphi, \varphi', \ldots, \varphi^{(p)})\,dx$$

est aussi un invariant intégral au groupe (G).

» Il suffit de regarder le cas où Ω contient seulement φ et φ'; en désignant par le signe δ les accroissements d'une transformation infinitésimale du groupe (G), nous aurons

$$\delta\Omega = \frac{\partial\Omega}{\partial x}\delta x + \frac{\partial\Omega}{\partial y}\delta y + \frac{\partial\Omega}{\partial y'}\delta y' + \ldots + \frac{\partial\Omega}{\partial y^{(n)}}\delta y^{(n)} + \frac{\partial\Omega}{\partial\varphi}\delta\varphi + \frac{\partial\Omega}{\partial\varphi'}\delta\varphi'.$$

» Mais I et I_1 étant des invariants intégraux au groupe (G), nous aurons, pour toutes les transformations infinitésimales du groupe (G),

$$0 = \frac{\partial\Omega}{\partial x}\delta x + \frac{\partial\Omega}{\partial y}\delta y + \frac{\partial\Omega}{\partial y'}\delta y' + \ldots + \frac{\partial\Omega}{\partial y^{(n)}}\delta y^{(n)} + \Omega\frac{d\,\delta x}{dx}$$
$$- \frac{\partial\Omega}{\partial\varphi}\varphi\frac{d\,\delta x}{dx} - \frac{\partial\Omega}{\partial\varphi'}\left(2\varphi'\frac{d\,\delta x}{dx} + \varphi\frac{d^2\,\delta x}{dx^2}\right).$$

» Nous n'avons donc qu'à examiner si ces équations aux dérivées partielles ont des solutions communes.

» Cette remarque s'étend sans difficulté aux groupes continus à n variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions entières.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. E. Picard.

« Je veux signaler ici certains résultats que j'ai obtenus relativement à la théorie des fonctions entières : quelques-uns d'entre eux touchent à ceux qu'a énoncés M. Lindelöf dans une Note insérée aux *Comptes rendus* le 30 décembre dernier.

» 1. Conservons les notations de M. Lindelöf. M. Lindelöf nous dit

d'abord que, *si ρ n'est pas entier*, les inégalités

$$r^\rho(\log^{(\nu)} r)^{\alpha_n-\varepsilon} < (\log M(r) < r^\rho(\log^{(\nu)} r)^{\alpha_n+\varepsilon},$$

entraînent

(1) $$n(\log^{(\nu)} n)^{-\alpha_n-\varepsilon} < |a_n|^\rho$$

et, pour une infinité de valeurs de r,

(2) $$|a_n|^\rho < n(\log^{(\nu)} n)^{-\alpha_n+\varepsilon}.$$

» Ces résultats ne sont pas nouveaux, comme le pense M. Lindelöf. Le premier résulte d'une démonstration donnée par M. Schou (*Comptes rendus*, t. CXXV). Le second est une conséquence immédiate d'un théorème plus précis que j'ai énoncé dans les *Comptes rendus* (4 février 1901). J'ai pu, depuis, compléter encore mes recherches, et, pour me borner aux fonctions à *croissance régulière* d'ordre ρ non entier, j'ai obtenu le résultat suivant :

» *n désignant le nombre des zéros de module inférieur à r, on a*

(3) $$M(r) = e^{hn} \qquad (h \text{ fini et positif}).$$

» 2. Mais j'ai pu également étudier, d'un point de vue général, le cas où ρ est entier. Supposant, par exemple, ρ égal au genre p, j'ai constaté qu'il fallait alors, le plus souvent, remplacer l'égalité (3) par

(4) $$M(r) = e^{hn + r^p \sum_1^n \frac{1}{a_i^p}}.$$

» Ce résultat m'avait permis, depuis quelque temps déjà, de définir systématiquement des cas où la *somme de deux fonctions de genre p est de genre p + 1*. C'est de ce même fait que M. Lindelöf vient de donner un exemple, en considérant des fonctions particulières, faciles à étudier directement. Mais M. Lindelöf ne devrait pas conclure de cet exemple que la méthode générale est de nul usage, lorsque ρ est entier : c'est précisément la méthode générale qui m'avait permis de reconnaître le fait en question, et m'avait permis en même temps d'en donner la raison et de prévoir les cas où il se produit.

» Soit, en effet, $f(x)$ une fonction de genre et d'ordre p, telle que, pour r assez grand, $n \log n < \varepsilon r^p$, quelque petit que soit ε. Si $\sum_1^n \frac{1}{a_i^p}$ a une valeur finie, $M(r)$ restera, en vertu de (4), comparable à e^{hr^p}, ce qui est une propriété caractéristique des fonctions de genre p. Au contraire, *si la*

série $\sum \frac{1}{a_i^p}$ *est semi-convergente* et a pour somme o, on peut avoir

$$M(r) > e^{hr^p(\log^{(2)} r)^{-1}\cdots},$$

$f(x)$ *croît alors exactement comme une fonction de genre* $p-1$; elle peut être, elle sera souvent la somme de deux fonctions de genre $p-1$. J'ai pu, en m'appuyant sur ces considérations et en faisant des hypothèses peu restrictives sur la répartition des zéros, former une infinité de couples de fonctions de genre o, dont la somme est de genre 1.

» Mais il importe de remarquer que, dans le cas en question, $f(x)$ pourrait, à un certain point de vue, être considérée comme étant de genre $p-1$, puisque *la série* $\sum \frac{1}{a_i^p}$ *converge* (quoique non absolument).

» 3. Le problème du genre écarté, l'étude de la croissance de $f(x)$ ne pourra être vraiment utile que si l'on compare $f(x)$ à $f'(x)$ et à ses dérivées successives. J'ai obtenu, dans cet ordre d'idées encore inexploré, un certain nombre de résultats : je vais énoncer les principaux :

» Soit $g(x) = \frac{f'(x)}{f(x)}$ et soit $\varphi(r)$ une fonction à croissance régulière, telle que $i < \varphi(i)$. *Pour r assez grand il existe, quel que soit r, des valeurs de* θ *telles que*

$$(5) \qquad \varphi(re^{i\theta}) < h\frac{\varphi(r)\log r}{r} \qquad (h \text{ positif fini}).$$

Il existe aussi une infinité de valeurs r_1 de r pour lesquelles on a, *quel que soit* θ, la même inégalité (5).

» La réciproque est immédiate : j'en déduis qu'on a, en une infinité de points,

$$f(x) = e^{h\varphi(r)}, \qquad f'(x) = \mu\varphi'(r)\,e^{h\varphi(r)},$$

avec

$$h_1 < \mu < h_1 \log r \qquad (h \text{ et } h_1 \text{ nombres finis}),$$

ce qui permettra, par exemple, d'évaluer l'ordre et le genre d'une fonction entière satisfaisant à une équation différentielle donnée du premier ordre.

» S'il existe un angle fini γ, ayant pour sommet l'origine et ne contenant aucun zéro, l'inégalité (5) sera vérifiée en tout point z de cet angle. De plus, *on aura le droit de la dériver autant de fois que l'on voudra.*

» S'il n'existe pas d'angle γ, nous nous contenterons du résultat suivant : soit une aire $\mathcal{A}$ proportionnelle à r^2 (par exemple, un carré ayant ses côtés parallèles aux axes de coordonnées et égaux à nr); soit n le

nombre des zéros contenus dans cette aire, et soit $v^2 > n$ (v *entier*). *Il existe dans l'aire* $\mathcal{A}$ *des points* x *tels que l'on ait*

$$g'(x) < \frac{h v^2 \log v}{r^2}, \qquad g''(x) < \frac{h_1 v^3 \log v}{r^3} \qquad (h, h_1 \text{ finis}).$$

» Appliquons, en particulier, ce résultat aux fonctions entières récemment découvertes par M. Painlevé. Posant $g'(x) = y$, supposons que y satisfasse à l'équation

$$(6) \qquad y'' = 6y^2 + x.$$

Nous pouvons affirmer que l'on a $n \geqq r^{\frac{5}{2}}$.

» J'ai réussi également à démontrer la réciproque du théorème précédent; il en résulte que *la fonction entière correspondant à l'équation* (6) *a pour ordre* $\frac{5}{2}$ *et croît comme* $e^{hr^{\frac{5}{2}}}$. *Elle est de plus à croissance régulière.*

» On étudierait de même les intégrales de l'équation

$$(7) \qquad y'' = 2y^3 + xy + \delta,$$

en posant $g'(x) = y^2$. Les fonctions entières correspondantes croissent comme e^{hr^3}. »

PHYSIQUE. — *Sur les corps radioactifs*. Note de M. **P. Curie** et Mme **S. Curie**, présentée par M. H. Becquerel.

« Dans une Note récente, M. Becquerel a fait certaines hypothèses sur la nature des phénomènes radioactifs; nous exposerons ici quelles sont les idées qui nous ont guidés dans nos recherches.

» Nous pensons qu'il y a avantage à donner une forme très générale aux hypothèses nécessaires dans toute recherche physique.

» Dès le début de nos recherches, nous avons admis que la radioactivité était une *propriété atomique* des corps. Cette supposition est suffisante pour créer la méthode de recherches d'éléments radioactifs (1).

» Chaque atome d'un corps radioactif fonctionne comme une *source constante d'énergie*. On peut tirer de cette hypothèse des conséquences très

(1) Mme Curie, *Revue générale des Sciences*, 30 janvier 1899.

variées que l'on peut soumettre au contrôle de l'expérience, sans qu'il soit nécessaire de préciser où le corps radioactif puise cette énergie.

» Des expériences de plusieurs années montrent que, pour l'uranium, le thorium, le radium, et probablement aussi pour l'actinium, l'activité radiante est rigoureusement la même toutes les fois que le corps radioactif est ramené au même état chimique et physique, et cette activité ne varie pas avec le temps ([1]).

» Certaines expériences, mal interprétées, conduiraient à admettre une destruction partielle de la puissance du radium. Lorsqu'on dissout un sel radifère et qu'on le ramène ensuite à l'état sec, on constate une baisse considérable de l'activité radiante; mais, peu à peu, l'activité reprend sa valeur primitive, au bout d'un temps plus ou moins long, suivant les conditions de l'expérience (20 jours, par exemple).

» De même, quand on chauffe longtemps au rouge un sel radifère et qu'on le ramène à la température ambiante, on constate que l'activité radiante est moindre qu'avant la chauffe; mais, peu à peu, le sel reprend spontanément son activité primitive (en 10 jours, par exemple).

» Dans les deux cas, la baisse temporaire du rayonnement porte principalement sur les rayons pénétrants.

» Un sel de radium qui a été chauffé au rouge a perdu en grande partie la propriété de produire la radioactivité induite; mais, pour lui rendre cette propriété, il suffit de le faire passer par l'état dissous.

» Un grand nombre d'études reste encore à faire à ce sujet. Nous n'avons aucune notion sur la grandeur de l'énergie mise en jeu dans les phénomènes de radioactivité, et nous ne savons ni suivant quelles lois elle se dissipe, ni si elle varie avec l'état physique et chimique des corps radiants.

» Si l'on cherche à préciser l'origine de l'énergie de radioactivité, on peut faire diverses suppositions qui viennent se grouper autour de deux hypothèses très générales : 1° chaque atome radioactif possède, à l'état d'énergie potentielle, l'énergie qu'il dégage; 2° l'atome radioactif est un mécanisme qui puise à chaque instant en dehors de lui-même l'énergie qu'il dégage.

» Dans la première hypothèse, l'énergie potentielle des corps radioactifs

---

([1]) Le polonium, au contraire, fait exception; son activité diminue lentement avec le temps. Ce corps est une espèce de bismuth actif; il n'a pas encore été prouvé qu'il contienne un élément nouveau. Le polonium se distingue à plusieurs points de vue des autres corps radioactifs : il n'émet pas de rayons déviables par le champ magnétique et il ne provoque pas de radioactivité induite.

doit s'épuiser à la longue, bien que l'expérience de plusieurs années ne nous indique jusqu'à présent aucune variation. Si, par exemple, on admet, avec Crookes et J.-J. Thomson, que le rayonnement genre cathodique est matériel, alors on peut concevoir que les atomes radioactifs sont en voie de transformation. Les expériences de vérification, faites jusqu'à présent, ont donné des résultats négatifs. On n'observe au bout de 4 mois aucune variation dans le poids des substances radifères et aucune variation dans l'état du spectre.

» Les théories émises par M. Perrin et par M. Becquerel sont également des théories de transformation atomique (1). M. Perrin assimile chaque atome à un système planétaire dont certaines particules chargées négativement pourraient s'échapper. M. Becquerel explique la radioactivité induite par une dislocation progressive et complète des atomes.

» Les hypothèses du deuxième groupe, dont nous avons parlé plus haut, sont celles d'après lesquelles les corps radioactifs sont des transformateurs d'énergie.

» Cette énergie pourrait être empruntée, contrairement au principe de Carnot, à la chaleur du milieu ambiant qui éprouverait un refroidissement. Elle pourrait encore être empruntée à des sources inconnues, par exemple à des radiations ignorées de nous. Il est vraisemblable, en effet, que nous connaissons peu de choses du milieu qui nous entoure, nos connaissances étant limitées aux phénomènes qui peuvent agir sur nos sens, directement ou indirectement.

» Dans l'étude de phénomènes inconnus, on peut faire des hypothèses très générales et avancer pas à pas avec le concours de l'expérience. Cette marche méthodique et sûre est nécessairement lente. On peut, au contraire, faire des hypothèses hardies, où l'on précise le mécanisme des phénomènes; cette manière de procéder a l'avantage de suggérer certaines expériences et surtout de faciliter le raisonnement en le rendant moins abstrait par l'emploi d'une image. En revanche, on ne peut espérer imaginer ainsi *a priori* une théorie complexe en accord avec l'expérience. Les hypothèses précises renferment presque à coup sûr une part d'erreur à côté d'une part de vérité; cette dernière partie, si elle existe, fait seulement partie d'une proposition plus générale à laquelle il faudra revenir un jour. »

(1) J. Perrin, *Revue scientifique*, février 1901. — H. Becquerel, *Comptes rendus*, 9 décembre 1901.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Principe relatif à la distribution des lignes d'induction magnétique.* Note de M. **Vasilesco Karpen**, présentée par M. Lippmann.

« Le problème de la distribution des lignes d'induction se présente à chaque instant dans l'étude des dynamos; pour trouver les flux magnétiques utilisés dans ces machines, les ingénieurs appliquent les lois de Kirchhoff aux tubes formés par les lignes d'induction tracées de façon approximative.

» La généralisation des lois de Kirchhoff, on le sait, n'a rien d'arbitraire ou d'empirique; toute l'incertitude consiste dans le tracé des lignes d'induction, et l'équation de continuité à laquelle doit satisfaire l'induction ne se prête guère à guider ce tracé.

» Le principe que j'énonce plus loin, équivalent, d'ailleurs, à l'équation de continuité, se prête mieux que celle-ci aux applications, étant l'expression directe d'une loi qui semble naturelle et générale.

» Une distribution approchée ou arbitraire des lignes d'induction peut être considérée comme une distribution réelle, en imaginant que les parois des tubes d'induction sont imperméables aux lignes de force; on peut alors dire qu'à chaque distribution correspond une certaine énergie intrinsèque du milieu et, dans ces conditions, nous pouvons énoncer le principe suivant :

» *Dans un milieu magnétique soumis à l'action d'un certain nombre de forces magnétomotrices, le parcours des lignes d'induction est tel que l'énergie intrinsèque du milieu est maximum.*

» Soient ε, ε', ... les forces magnétomotrices agissantes, Φ, Φ', ... les flux traversant ces forces magnétomotrices.

» L'énergie intrinsèque du milieu sera

$$W = \frac{1}{8\pi}(K\varepsilon\Phi + K'\varepsilon'\Phi' + \ldots),$$

K, K', ... étant des coefficients moindres que l'unité.

» Il faudra donc choisir le trajet des lignes d'induction de façon à rendre maximum cette expression qui est pratiquement calculable.

» Si, comme il arrive souvent, on n'a qu'une seule force magnétomotrice, le flux la traversant devra être maximum, ou, ce qui revient au même, la réluctance devra être minimum.

» Ce principe, au même titre que le principe de la moindre action, paraît presque évident. On peut le démontrer de la façon suivante :

» Chaque distribution des lignes d'induction détermine une distribution continue du potentiel V. Le champ h sera dirigé suivant les lignes de force et l'énergie par unité de volume :

$$\frac{1}{8\pi}\int_0^h \mu\, dh^2 = f(h^2, x, y, z),$$

μ étant le coefficient de perméabilité fonction de x, y, z et h.

» L'énergie totale du milieu sera

$$W = \int\int\int f(h^2, x, y, z)\, dx\, dy\, dz.$$

Considérons le vecteur H dont les composantes sont $\frac{\partial V}{\partial x}$, $\frac{\partial V}{\partial y}$, $\frac{\partial V}{\partial z}$, nous aurons

$$h = H\cos(H, h)$$

et

$$f(h^2, x, y, z) < f(H^2, x, y, z),$$

car la fonction f croît avec h.

» L'énergie W sera donc inférieure à la quantité

$$W_1 = \int\int\int f\left\{\left[\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial z}\right)^2\right], x, y, z\right\} dx\, dy\, dz,$$

et ne lui sera égale que pour la distribution réelle lorsque H se confondra avec h.

» Pour démontrer le principe, il suffira donc de montrer que W_1 est maximum pour la vraie distribution.

» La variation de W_1 est

$$\delta W_1 = 2\int\int\int \frac{\partial f}{\partial H^2}\left(\frac{\partial V}{\partial x}\,\delta\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y}\,\delta\frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial z}\,\delta\frac{\partial V}{\partial z}\right) dx\, dy\, dz.$$

» Intégrant par parties les trois termes de cette somme, respectivement par rapport à x, y, z, remarquant qu'à l'infini $\delta V = 0$ et posant

$$\frac{\partial f}{\partial H^2} = f',$$

il vient

$$\delta W_1 = -2\int\int\int \left[\frac{\partial}{\partial x}\left(f'\frac{\partial V}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(f'\frac{\partial V}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(f'\frac{\partial V}{\partial z}\right)\right] \delta V\, dx\, dy\, dz.$$

» Pour que cette variation soit identiquement nulle, il faut que

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(f'\frac{\partial V}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(f'\frac{\partial V}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(f'\frac{\partial V}{\partial z}\right) = 0;$$

or la distribution réelle satisfait à cette équation; car, dans ce cas,

$$\frac{\partial f}{\partial H^2} = \frac{\partial f}{\partial h^2} = \frac{1}{8\pi}\mu,$$

et l'équation précédente devient l'équation de continuité.

» Ce principe a, naturellement, son analogue dans tous les cas où intervient l'équation de continuité. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la différence de potentiel et l'amortissement de l'étincelle électrique à caractère oscillatoire.* Note de M. F. **Beaulard**, présentée par M. Mascart.

« Cette Note a pour objet de compléter et de rectifier celle que j'ai communiquée précédemment à l'Académie ([1]), le 5 août dernier; une erreur de décimales s'est introduite dans mes calculs, de telle sorte que les nombres trouvés pour la différence de potentiel, relative à une certaine distance explosive, sont dix fois trop forts. Le Tableau suivant, dans lequel la correction a été faite, donne, pour des longueurs d'étincelle variables de $0^{cm},1$ à 1^{cm}, la valeur efficace v du potentiel, entre des boules de 1^c de diamètre, déterminée par l'électromètre absolu, c'est-à-dire la racine carrée de la moyenne quadratique des potentiels oscillants; on a inscrit, en même temps, la valeur v' de la différence de potentiel, pour une même longueur d'étincelle, d'après MM. Bichat et Blondlot.

e.	v.	v'.	$v' - v$.
0,1	1,573	16,10	14,53
0,2	1,967	27,50	25,53
0,3	2,324	38,20	35,88
0,4	2,700	47,70	45,00
0,5	3,085	56,30	53,22
0,6	3,471	64,90	61,43
0,7	4,048	71,60	67,55
0,8	4,812	77,00	72,19
0,9	7,032	81,60	74,57
1,0	8,043	84,70	76,66

» Les valeurs que j'avais données pour le coefficient α du facteur

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 336; 1901.

d'amortissement $e^{-\alpha t}$ doivent être également corrigées; par suite de l'erreur de calcul qui affecte v, elles sont en effet cent fois trop faibles et, du reste, ne déterminent α qu'à un facteur constant près; le raisonnement que j'ai fait dans ma Note précédente est incomplet, ainsi que me l'a fait remarquer obligeamment M. Mascart.

» Si le potentiel oscillant est de la forme

$$V = B e^{-\alpha t} \cos \frac{2\pi}{T}(t + k),$$

la moyenne de V^2 pour une période est égale à $\frac{B^2 e^{-2\alpha t}}{2}$, et l'intégrale de cette expression étendue à *une décharge totale* a pour valeur $\frac{B^2}{4\alpha}$.

» Le nombre des décharges étant de n par seconde, la moyenne v^2 du carré des potentiels oscillants est $n\frac{B^2}{4\alpha}$; comme la première étincelle correspond au potentiel $v' = B$, il en résulte

$$\alpha = \frac{1}{4} n \frac{v'^2}{v^2}.$$

» Une série de mesures faites sur le trembleur de la bobine de Ruhmkorff a donné $n = 19,5$; on a alors le Tableau suivant :

c.	α.	θ.
		s
0,1	487,5	0,0094
0,2	955,5	0,0048
0,3	1306,5	0,0035
0,4	1521,5	0,0030
0,5	1618,5	0,0028
0,6	1696,5	0,0027
0,7	1521,0	0,0030
0,8	1248,0	0,0036
0,9	682,5	0,0067
1,0	546,0	0,0084

La seconde colonne indique le temps θ au bout duquel l'amplitude serait réduite à $\frac{1}{100}$. On voit que l'amortissement augmente, passe par un maximum (pour $0^c,6$), et diminue ensuite. Ce résultat peut dépendre des constantes du circuit de décharge (self-induction et capacité) et de diverses autres circonstances telles que l'énergie radiée par l'étincelle, sa température, sa résistance et le travail mécanique qu'elle effectue dans son parcours

à travers l'air. Quoi qu'il en soit, la vibration a une forme pendulaire très amortie, ce qui est bien conforme aux idées de MM. Poincaré et Bjerkness. »

ÉLECTRICITÉ. — *Téléphonie sans fil, par la terre.* Note de M. E. **Ducretet**, présentée par M. H. Poincaré.

« En m'inspirant des expériences réalisées en 1876 par Bourbouze, et tout en poursuivant mes travaux sur la télégraphie sans fil, j'ai cherché à reproduire la parole dans un téléphone ordinaire, en me servant de la terre comme conducteur unique. Les premiers résultats obtenus donnent un certain intérêt à ces expéreinces.

» Le *transmetteur* comprend une batterie de quelques éléments de piles ou d'accumulateurs reliés directement à un *microphone* et à *deux prises de terre*, d'une certaine surface, enfouies à $1^m,50$ de la surface du sol; ces prises de terre sont éloignées l'une de l'autre: quelques mètres de distance suffisent.

» Pour le *récepteur*, j'utilise un puits de carrière, de 18^m de profondeur, communiquant avec les catacombes; l'orifice de ce puits se termine, à la surface du sol, par un tuyau en fonte de fer de 9^{cm} de diamètre et de 4^m de longueur. Un conducteur isolé, descendu dans ce puits vertical, amène une sphère métallique de 8^{cm} de diamètre au contact du *sol des catacombes*. A la sortie du puits, ce conducteur est fixé à une des bornes d'un *téléphone ordinaire;* l'autre borne est amenée au contact du tube de fonte, à la surface du sol.

» Les *prises de terre, ainsi faites en pleine terre*, sont séparées par un corps de bâtiment avec caves et d'épais murs. La couche de terre qui sépare les deux postes, transmetteur et récepteur, n'est donc pas d'épaisseur négligeable.

» Ces conditions d'installation peuvent varier suivant les terrains utilisés à ces expériences de *téléphonie sans fil* et la distance qui sépare les postes; la profondeur du puits n'est pas indispensable pour le succès de l'expérience; mais, dans le cas actuel, cette grande profondeur donne un caractère intéressant aux résultats acquis: *les couches géologiques n'interviennent pas comme dans l'expérience de Bourbouze, avec courants telluriques faisant dévier l'aiguille d'un galvanomètre sensible.*

» Quand on parle devant la membrane du microphone, toutes les vibrations produites par la voix, même les plus faibles, donnent naissance à des augmentations et à des diminutions de pression sur les contacts microphoniques et, par suite, à des variations successives, de même ordre, de l'intensité du courant qui circule dans le *circuit microphonique et téléphonique fermé par la terre seule*, sans conducteur métallique entre les postes. Malgré les multiples variations des vibrations que donne la voix humaine sur la membrane du microphone, et la nature du milieu *terre* interposé entre les postes, *la parole est reproduite dans le téléphone, avec une netteté remarquable, sans l'intervention d'aucun de ces bruits parasites si gênants dans la téléphonie par fils conducteurs.*

» Le voisinage du courant continu ou alternatif des dynamos de mes ateliers ne trouble pas cette *réception par la terre.*

» L'explication est difficile à donner; mais il est certain que la terre, dans cette expérience, filtre, en quelque sorte, le *courant d'aller et de retour* nécessaire au fonctionnement des appareils : ce courant se diffuse par des dérivations pouvant actionner un certain nombre de téléphones placés à des distances quelconques du transmetteur.

» Dans le poste de la rue Claude-Bernard, ces courants peuvent actionner un *relais avec sonnerie d'appel.*

» Si l'on soulève la sphère qui repose simplement sur le sol des catacombes, toute réception cesse: elle reprend dès que le contact de la sphère avec le sol est rétabli. *Ce sol est sec.* Cette démonstration est concluante.

» Ces expériences vont continuer à de plus grandes distances et en faisant varier les conditions d'installation des prises de terre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *De l'influence des basses pressions barométriques sur la fréquence des aurores polaires.* Note de M. **H. Stassano**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note antérieure (¹), j'ai signalé plusieurs faits qui démontrent que les aurores polaires sont d'origine terrestre, qu'elles sont liées intimement aux autres phénomènes météorologiques de notre planète. Parmi ces phénomènes, ce sont les basses pressions barométriques qui influent le plus directement sur les aurores en augmentant la fréquence. Elles agissent non seulement sur l'extension de la zone aurorale, qui suit partout, dans l'un comme dans l'autre hémisphère, les lignes des basses pressions polaires. Leur période s'accuse de même sur la période mensuelle et sur la période diurne de ces météores.

» La région où cette influence est peut-être le plus accentuée est la mer d'Islande, le centre de la grande dépression septentrionale de l'Atlantique. Au milieu de cette dépression, comme un fleuve qui coule dans une vallée, s'étend la zone du maximum de fréquence des aurores. Le gradient qui descend du nord au sud du Groënland, en s'inclinant vers la mer d'Islande, représente une des berges de cette dépression; le gradient qui descend vers les mêmes parages des îles Britanniques et du sud de la Scandinavie peut figurer l'autre berge. Les îles Far-Œer se trouvent sur la pente de

(¹) *Comptes rendus*, 2ᵉ semestre 1901, p. 279-281.

ce second gradient, en deçà de la courbe du maximum des aurores, qui va du cap Farvel au cap Nord, en passant par le sud de l'Islande.

» Les nombreuses observations des aurores que l'on possède pour cette région montrent d'une façon certaine que la fréquence de ces météores diminue en remontant sur l'un comme sur l'autre gradient : dans la Scandinavie, du nord au sud, et de l'ouest à l'est, selon que la pression augmente suivant ces mêmes directions, ainsi que l'indiquent les isobares annuelles. Dans le Groënland, où la pression augmente inversement du sud au nord, la fréquence des aurores diminue avec la latitude, depuis Ivigtut et Godthaab, qui se trouvent à peu près sur l'isobare annuelle de 755^{mm}, jusqu'à Upernivik, où passe l'isobare de 758^{mm}.

» En Islande, la faible distance qui sépare une station de l'autre rend plus évident encore le rapport qui existe entre la diminution de la pression et l'augmentation de la fréquence des aurores. Par le milieu de l'île passe l'isobare de 756^{mm} ; la pression augmente au nord de cette ligne et diminue au sud ; la fréquence des aurores, au contraire, diminue au nord et très sensiblement dans la station de Grimsey, et augmente au sud dans les stations de Stykkisholm et de Berufjord ; cette augmentation s'accentue encore davantage dans la station de Vestmannoe, située sur un îlot, comme la station septentrionale de Grimsey, et au delà de l'isobare annuelle de 755^{mm}, c'est-à-dire à l'intérieur de la forte dépression de la mer d'Islande.

» Aux îles Far-Œer, très rapprochées cependant de l'Islande, mais placées près de l'isobare de 757^{mm}, qui correspond à des pressions relativement élevées, la fréquence des aurores observées à la station de Thorshavn est déjà assez faible.

» L'influence des basses pressions sur la fréquence des aurores se manifeste non moins clairement, sinon davantage, dans la variation mensuelle de ces deux éléments. Dans la seconde Planche qui accompagne l'article que je résume dans cette Note, et qui paraîtra incessamment dans les *Annales de Géographie*, sont tracés les diagrammes relatifs à ces deux variations, correspondant aux nombreuses stations et contrées de cette région dont on possède de longues séries d'observations. Dans ces diagrammes, l'opposition entre la variation de ces deux éléments : pression barométrique et fréquence des aurores, apparaît avec une constance et une évidence telles qu'elle peut vraiment être posée en principe.

» Ce principe permet d'expliquer la période annuelle des aurores dans les latitudes moyennes des deux hémisphères, aussi bien que la marche différente que la fréquence de ces météores affecte dans les hautes latitudes polaires. Les aurores, en effet, deviennent très rares pendant les solstices aux latitudes moyennes lorsqu'y dominent précisément les fortes pressions ; leur fréquence, par contre, augmente pendant l'hiver dans les hautes latitudes, alors qu'y règnent les plus basses pressions de l'année.

» Entre les deux maxima annuels de la fréquence des aurores aux latitudes moyennes, qui tombent à l'époque des équinoxes, c'est celui d'automne qui est le plus considérable dans l'hémisphère nord, et celui de printemps, au contraire, dans l'hémisphère sud. Cette particularité est aussi d'accord avec le principe dont il s'agit. C'est, en effet, dans l'hémisphère septentrional, pendant les mois d'automne que les minima barométriques dominent sur les océans, tandis que la terre ne s'est pas encore assez refroidie pour donner lieu à d'importants maxima de pressions. Pendant le printemps, par contre, les hautes pressions, provoquées par le refroidissement

continental intense de l'hiver, se maintiennent encore sur la terre; les minima barométriques de la mer sont beaucoup moins persistants qu'en automne et en hiver, et alternent souvent avec des aires de fortes pressions. Inversement, dans l'hémisphère méridional, c'est pendant les mois de mars et d'avril, qui suivent l'été austral, que les basses pressions dominent. Les amplitudes barométriques mensuelles de Punta-Arenas, de l'île S. George et de la station d'hivernage de la *Belgica* le prouvent nettement.

» Un peu moins sensible est cette différence de pression pour les mois de mars-avril, septembre-octobre à Sydney, à Melbourne, à Adélaïde et dans la Tasmanie. Dans cette région, d'ailleurs, les aurores ont à peu près la même fréquence aux deux équinoxes.

» L'influence des basses pressions se fait sentir aussi sur la période diurne des aurores, qui, comme on sait, accusent une tendance bien nette à se produire de préférence, dans chaque pays, à une heure déterminée. Le maximum de fréquence et d'intensité des phénomènes auroraux se produit en effet à l'heure de la plus grande raréfaction des couches supérieures de l'air, qui, dans la marche journalière de la pression, correspond à la plus grande condensation de l'air au niveau du sol. Dans les latitudes moyennes, ainsi, le maximum diurne des manifestations aurorales arrive entre 8^h à 9^h du soir, en même temps que le second maximum diurne de la pression près du sol; dans les latitudes plus élevées, le maximum des aurores retarde d'abord au fur et à mesure que l'on monte en latitude, comme il en est pour le second maximum du soir de la pression, pour avancer de nouveau en continuant à monter en latitude, à partir de 60° ou 65° de latitude nord, avec le maximum de la pression, qui suit les mêmes vicissitudes aux différentes latitudes.

» L'influence des basses pressions sur la production des aurores rend compte également de l'orientation de ces dernières et de bien d'autres problèmes qui se rattachent à ces météores. L'espace me manque pour développer ces questions. Il se dégage pourtant de cette influence une conséquence relative à l'origine des aurores que je dois indiquer en terminant. Pour qu'on puisse constater une relation aussi constante entre les différentes périodes et les différentes phases des aurores et la variation de la pression barométrique mensuelle et diurne, il faut qu'elles aient vraiment leur origine dans les couches relativement inférieures de l'atmosphère. Il serait autrement impossible de comprendre comment les variations de pression à la surface du sol pourraient avoir leur répercussion sur les très hautes couches de l'air où se développent ordinairement les aurores. L'observation montre, d'ailleurs, que le rayonnement de ces météores se propage toujours de bas en haut. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les tremblements de terre de plissement dans l'Erzgebirge.* Note de M. F. DE MONTESSUS DE BALLORE, présentée par M. A. Cornu.

« La région dont il s'agit ici est comprise entre le Frankenwald à l'ouest, l'Eger au sud et l'Elbsandstein à l'est. Les tremblements de terre, sans y avoir jamais atteint une intensité désastreuse, y sont assez fréquents, et en particulier dans ces dernières années (24 octobre à 29 novembre 1897, 18 juillet à 21 août 1900) ont donné lieu à d'importantes séries de nombreux séismes, qui ont été l'objet de remarquables travaux de la part de Becke, Credner et Uhlig. Ici les causes géologiques d'instabilité paraissent simples; aussi peut-il être intéressant de les exposer.

» D'après la plupart des géologues, le relief de cette région résulte en grande partie d'un triple plissement commencé aux temps archéens, et qui, sous son effort longtemps continué dans les époques suivantes, et toujours en direction SE-NW, a donné lieu à trois systèmes parallèles en direction SW-NE qui sont, du sud au nord : le Mittelgebirge à cheval sur l'Elbe, l'Erzgebirge entre le nœud du Fichtelgebirge et les portes de l'Elbe, et enfin les collines de Liebschütz près de Strehla, à l'ouest de ce fleuve, mais se perdant rapidement vers l'ouest sous un épais manteau de dépôts oligocènes et quaternaires.

» L'Erzgebirge, le plus élevé et le plus long des trois plis, forme glacis sur la pénéplaine saxonne et falaise abrupte sur la vallée de l'Eger et la faille volcanique bohémienne, qui, en même direction SW-NE, s'étend du volcan éteint du Kammersbühl, près d'Eger, vers deux massifs éruptifs au sud de Komotau et de Teschen. Cette faille est jalonnée de thermes fameux, dont Franzensbad et Teplitz sont les plus importants. Tout le pays a été injecté de laccolithes granitiques et autres, et compliqué, au Fichtelgebirge en particulier, d'épanchements basaltiques. Enfin, des filons métallifères innombrables de toutes directions, compositions et époques, surtout sur le versant vogtlandien et saxon, ont fait donner à la chaîne principale le nom de monts des Métaux, Erzgebirge. Les divers dépôts sédimentaires, plus ou moins arasés par la dénudation, reposent en discordance dans les auges des plis.

» L'instabilité se manifeste par de très nombreux épicentres, près de 150, disséminés sur toute la surface du pays, et dont la densité, ainsi

que le nombre des séismes correspondants, présentent leur maximum dans le sud-ouest de l'Erzgebirge. Ils y forment trois groupes bien définis et très serrés. Le premier, tout entier sur la falaise bohémienne, figure une ellipse dont le centre est à Rothau, et dont le grand axe, Schwaderbach-Hartenberg, est perpendiculaire à l'arête de la chaîne. C'est le groupe de Graslitz. Celui de Brambach s'étend par moitié sur les deux versants de l'Erzgebirge avec son grand axe de Gottmansgrün à Wildstein. Enfin, l'un et l'autre sont englobés par l'ellipse sismique du Vogtlang dont le grand axe, Plaven-Hartenberg, est aussi perpendiculaire à l'Erzgebirge, et dont le petit axe, Selb-Johanna Georgenstadt, lui est parallèle. Les épicentres y sont beaucoup moins denses et moins riches en séismes. A eux seuls, ces trois groupes comprennent 91 pour 100 des séismes de la région, dont 52 pour 100 pour celui de Graslitz. C'est donc vraiment là le centre sismique du pays.

» Les deux principaux groupes d'épicentres de Graslitz et de Brambach sont en relation directe et évidente avec d'énormes filonnements quartzeux, ayant rempli de longues fractures perpendiculaires à l'Erzgebirge et dont celles de l'est, ou du premier groupe, franchissent même le cours de l'Eger. Cette dernière circonstance et la localisation de l'instabilité surtout sur le versant abrupt de la chaîne, conformément à une loi depuis longtemps énoncée par moi, et précisément du côté d'où vient l'effort de plissement et là où le Fichtelgebirge et le Mittelgebirge, démasquant l'Erzgebirge, ne l'aident point à supporter cet effort, montrent bien que le plissement, continué pendant les époques géologiques antérieures, n'a pas encore dit son dernier mot, et se traduit de nos jours sous la forme atténuée de tremblements de terre. Cette interprétation des faits est corroborée par l'existence d'un tout petit groupe elliptique d'épicentres, peu importants toutefois, à axe perpendiculaire aussi à l'Erzgebirge, de Katharinenberg à Eisenberg et Brüx, là où le Mittelgebirge commence à protéger l'Erzgebirge contre la poussée SE-NW.

» Par contre, les innombrables fractures de la Saxe et du Vogtland n'ont, en dehors des groupes décrits, donné lieu qu'à un petit nombre de séismes et d'épicentres. On dirait que leur remplissage par les filons a transformé le terrain en une brèche gigantesque, mais très stable, en en cimentant les fragments. C'est le côté opposé à l'effort de plissement.

» La faille volcanique et thermale du Sud ne présente non plus qu'un très petit nombre de séismes et d'épicentres. C'est d'ailleurs un phénomène fréquent à la surface du globe que la stabilité, au moins relative, d'une

région volcanique, en dépit de l'opinion vulgaire qui ne sépare guère les deux ordres de manifestations, volcans et tremblements de terre.

» La Suisse saxonne est très stable, malgré sa configuration si tourmentée, montrant ainsi qu'elle la doit plus encore aux phénomènes d'érosion et de dénudation qu'à ceux de dislocation, ou tout au moins que les fractures ont cessé de jouer, sont mortes, pourrait-on dire.

» Enfin quelques épicentres peu importants le long de l'Elbe et sur sa rive droite se rattachent à la grande dislocation du granite de Lausitzwald, dont le tracé ondulé se prolonge par l'Elbsandstein parallèlement au fleuve de Schandau à Dresde.

» Aller plus loin et vouloir expliquer l'activité sismique de chaque épicentre par un accident géologique voisin et bien déterminé serait fort hasardeux. On se risquerait à des hypothèses sans intérêt. *A fortiori* ne faut-il point, comme l'ont fait des sismologues, en l'absence d'accident géologique visible, considérer les tremblements de terre comme démontrant l'existence de failles souterraines inconnues.

» En résumé, dans l'Erzgebirge, de trois genres de phénomènes géologiques impliquant l'instabilité au moins temporaire, champs de fractures, lignes de moindre résistance volcaniques et thermales, plissements, le dernier seul a conservé une vitalité notable, qui se traduit de nos jours par des tremblements de terre, manifestation qui est ainsi le critérium de la persistance ou de la cessation à notre époque des efforts leur donnant lieu. Et c'est à une telle recherche que doivent tendre maintenant les études de sismologie géographique. »

OPTIQUE. — *Sur l'aberration de sphéricité de l'œil.* Note de M. GEORGES WEISS, présentée par M. A. Cornu.

« En dehors de l'astigmatisme, l'aberration de sphéricité de l'œil n'a été que peu étudiée jusqu'ici. C'est à peine si Young la cite en passant, et les seules expériences ayant pour but l'étude de ce phénomène me semblent être celles de Volkmann, qui utilisa un dispositif tiré de celui de Scheiner, et celles de Tscherning, basées sur la déformation des images. Voici un fait qui me semble devoir être rapporté à la même cause.

» Si l'on perce un trou d'épingle dans une carte et qu'à travers ce trou l'on regarde une surface uniformément lumineuse et bien éclairée (le ciel est ce qu'il y a de mieux à cet égard), on voit une tache lumineuse estompée sur les bords, et présentant en son

milieu une légère ombre circulaire très nette, d'intensité uniforme et limitée assez brusquement de la zone circulaire plus éclairée qui l'entoure.

» En modifiant la grandeur du trou d'épingle, il est facile de voir que la zone d'ombre est d'autant plus grande que le trou est plus petit. Du reste, en plaçant à une certaine distance du trou un papier translucide ou, mieux, un simple carreau de vitre, on peut avec un compas mesurer la grandeur apparente de l'ombre sur ce carreau. En se mettant toujours dans les mêmes conditions de distance, on peut comparer les grandeurs d'ombre dans les diverses circonstances.

» Ainsi, en plaçant l'écran translucide à $0^m,20$ de mon œil, j'ai fait des mesures pour des trous variant d'environ 2^{mm} de diamètre à $\frac{1}{4}$ de millimètre.

» Dans le premier cas, l'ombre avait environ $0^m,02$ de diamètre, et montait peu à peu à $0^m,05$. Ces chiffres sont très approximatifs, car, en premier lieu, les mesures sont assez difficiles à faire, en second lieu le phénomène varie avec d'autres conditions que la grandeur du trou.

» Si, au lieu de regarder à travers un seul trou, on perce deux ou trois trous l'un à côté de l'autre, chacun d'eux se comporte comme s'il était nul, les différentes ombres se superposant simplement.

» En recherchant les causes de ce phénomène, on ne trouve guère pour l'expliquer que l'aberration de sphéricité. Il suffit pour cela d'admettre que l'œil a la même aberration que les lentilles généralement en usage, et M. Tscherning a montré que cela était vrai dans la plupart des cas.

» Prenons un point lumineux placé en avant de l'œil, et pour spécifier nous supposerons qu'il est plus éloigné de l'œil que le foyer antérieur. Les rayons émanés de ce point et voisins de l'axe iront faire leur foyer en un point assez éloigné, derrière la rétine. A mesure que l'on considérera des rayons de plus en plus écartés de l'axe, on aura des foyers de plus en plus rapprochés de l'œil. Il en résultera une caustique qui, sur la rétine, donnera un cercle uniformément éclairé en son milieu et entouré d'une zone plus lumineuse. Ceci est facile à constater sur un dessin.

» Remplaçons le point lumineux par un trou éclairé; chaque point de ce trou donnera lieu, sur la rétine, à une tache pareille à celle que nous venons de décrire, et de la superposition de ces taches résultera une ombre centrale entourée d'une zone lumineuse. Il est facile de voir que cette ombre centrale sera d'autant plus réduite que le trou sera plus grand, car les diverses images se sépareront alors davantage les unes des autres et les ombres auront une plus petite surface commune.

» J'ai cherché à soumettre cette théorie à quelques vérifications expérimentales que voici :

» Si nous limitons le faisceau lumineux entrant dans l'œil, soit par un resserrement de la pupille, soit en plaçant très près de la cornée un petit diaphragme circulaire, nous devons éliminer les rayons marginaux et, par suite, faire disparaître le phénomène. C'est ce qui a lieu : un petit diaphragme ayant au plus 2^{mm} de diamètre, placé aussi près que possible de

l'œil, fait disparaître l'ombre centrale dans un trou qui la donnait avec une grande netteté.

» Il est difficile de dire ce qui se passera quand on dilatera la pupille; il faudrait pour cela être bien renseigné sur l'aberration de sphéricité de l'œil, ce qui n'est pas. L'expérience montre que le diamètre de l'ombre s'accroît beaucoup, mais qu'elle baisse en intensité. Ainsi, un trou qui ne donnait qu'une toute petite ombre centrale dans mon œil droit normal donnait une ombre ayant en diamètre les trois quarts de la tache lumineuse dans mon œil gauche dilaté par la cocaïne.

» Si l'on augmente la puissance de l'œil, la tache sombre doit diminuer de grandeur. L'accommodation ne suffit pas pour cela; mais, en plaçant près de mon œil une lentille convergente de 30 dioptries, j'ai vu très nettement cet effet se produire.

» Enfin, en conservant cette lentille de 30 dioptries devant mon œil et en éloignant le trou, je vois, lorsqu'il a dépassé le foyer conjugué de la rétine, une tache avec un maximum de lumière au centre, ce que l'on pouvait prévoir en attribuant les effets que j'ai décrits en premier lieu à la forme de la caustique.

» L'ombre centrale ne doit pas apparaître dans tous les yeux. D'après M. Tscherning, il y a des yeux aplanétiques et même des yeux surcorrigés; dans ces cas, rares il est vrai, le phénomène ne se produira pas. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés de l'hydrure de strontium.* Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les hydrures des métaux alcalinoterreux ont été entrevus par Winkler en 1891 (¹) dans ses intéressantes recherches sur la réduction des oxydes par le magnésium. Mais, dans la réaction complexe qui semble leur avoir donné naissance, ces hydrures se trouvaient mélangés avec une proportion de matières étrangères assez élevée (30 pour 100 pour le baryum, 35 pour 100 pour le strontium, 70 pour 100 pour le calcium). Aussi, ne peut-on s'étonner que la composition de ces hydrures, déduite par Winkler de l'analyse de mélanges aussi pauvres et conduisant, d'après lui, à des formules du type BaH, ne se soit pas trouvée vérifiée ultérieurement. Ces hydrures ne sont connus que depuis le Travail de M. Moissan sur le

(¹) Winkler, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXIV, p. 1975.

calcium et ses composés, Travail au cours duquel il a isolé un hydrure de calcium stable, cristallisé et transparent, parfaitement défini, de formule CaH^2, dont il a décrit les propriétés en faisant ressortir les différences qui existent entre cet hydrure et le palladium hydrogéné de Graham.

» A la fin d'une Note précédente ([1]) sur les alliages du strontium avec le zinc et le cadmium, j'ai annoncé à l'Académie la formation d'un hydrure de strontium, de formule SrH^2, quand on chauffe l'alliage strontium-cadmium dans une atmosphère d'hydrogène, et mon intention de poursuivre l'étude de ce composé. L'hydrure de strontium que j'avais obtenu alors était mélangé de 7 à 8 pour 100 de strontiane; c'est l'analyse de ce mélange qui m'avait conduit à la formule que je viens de rappeler.

» Les recherches que j'ai effectuées depuis sur ce composé, et qui m'ont permis de l'obtenir à l'état de pureté, sont venues confirmer cette formule.

» L'hydrure de strontium s'obtient facilement au moyen de l'alliage strontium-cadmium à 45 pour 100 de strontium dont j'ai indiqué la préparation dans une Note précédente. Des fragments de cet alliage, dont on nettoie la surface à la lime au moment de les utiliser, sont disposés dans une nacelle en nickel, ou mieux en magnésie agglomérée, puis celle-ci est introduite dans le tube en porcelaine de l'appareil précédemment décrit pour l'enrichissement des alliages strontium-cadmium. Après avoir fait le vide au moyen de la trompe à mercure, on laisse rentrer dans l'appareil de l'hydrogène que l'on fait passer, pour le purifier, à travers des solutions d'acétate de plomb et de permanganate de potasse, puis dans des tubes chauffés au rouge contenant l'un du cuivre, l'autre du bore, et que l'on dessèche enfin au moyen de ponce sulfurique et de tournure de sodium. En chauffant alors à l'aide du dispositif électrique, on reconnaît que l'absorption de l'hydrogène commence au rouge à peine naissant. Quand la diminution de pression est d'environ 40^{cm} à 50^{cm} de mercure, on remplit à nouveau l'appareil d'hydrogène pur et sec, et ainsi de suite jusqu'à ce que, toujours à la même température, il n'y ait plus de nouvelle absorption d'hydrogène. La conduite de l'opération à température aussi basse que possible présente cet avantage que l'hydrure ne fond pas et qu'il conserve alors une porosité particulièrement favorable à la vaporisation totale du cadmium contenu dans l'alliage. Quand le cadmium est entièrement volatilisé et que l'on ne constate plus aucune nouvelle absorption d'hydrogène, on élève la température du tube jusqu'à produire la fusion de l'hydrure, que le regard placé à l'extrémité de ce tube permet d'observer facilement. Cette fusion a pour but d'obtenir un produit plus compact et, par suite, moins altérable à l'air. Dès qu'elle s'est produite, on laisse refroidir et l'on démonte l'appareil.

» Quand on opère ainsi dans une nacelle de nickel, on constate que le métal est toujours attaqué et l'on retrouve une petite quantité de nickel dans l'hydrure. C'est pour éviter cet inconvénient qu'il y a avantage à opérer dans des nacelles en magnésie

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1005.

agglomérée; il faut seulement, avec celles-ci, n'opérer qu'une fusion très légère de l'hydrure, de façon qu'il adhère à peine à la magnésie, sinon il devient difficile de le séparer complètement de cette dernière.

» Les analyses ont été effectuées sur un produit ainsi obtenu dans une nacelle de magnésie et ne renfermant plus traces de cadmium. L'hydrogène a été dosé par mesure du volume de gaz dégagé dans la décomposition de l'hydrure par l'eau; le strontium par précipitation à l'état de carbonate.

» En décomposant par l'eau, sur le mercure, des poids d'hydrure respectivement égaux à $0^g,124$ et $0^g,187$, j'ai obtenu des volumes d'hydrogène, dont la pureté a été vérifiée par combustion eudiométrique, et qui, mesurés à 15° et à la pression 755^{mm}, étaient de $59^{cm^3},8$ et 90^{cm^3}. En calculant le poids correspondant à la moitié de ces volumes et déduisant celui du strontium du poids de carbonate, j'ai obtenu finalement :

	I.	II.	Théorie pour SrH^2.
H..............	2,11	2,14	2,23
Sr..............	97,05	96,97	97,76

» L'hydrure de strontium est un corps solide blanc, remarquable par la facilité avec laquelle il décompose l'eau. La formation de strontiane et la mise en liberté d'hydrogène dans ces conditions sont accompagnées d'un grand dégagement de chaleur. Cette propriété rend très délicat le maniement de l'hydrure.

» L'hydrure de strontium réagit sur la plupart des corps simples à une température plus ou moins élevée. Le chlore ne l'attaque pas à froid, mais le transforme en chlorure de strontium avec dégagement d'acide chlorhydrique, sous l'influence d'une légère élévation de température. Le brome liquide ne l'attaque pas, même à la température d'ébullition. Au rouge sombre, l'attaque de l'hydrure par la vapeur et sa transformation en bromure se font avec incandescence. L'iode chauffé avec l'hydrure au rouge sombre, dans un courant d'hydrogène, donne de l'iodure de strontium.

» Le soufre se comporte de même et fournit du sulfure de strontium.

» L'hydrure de strontium présente une stabilité relativement grande dans l'air parfaitement sec : il ne brûle qu'au rouge et très lentement, car la strontiane qui se forme recouvre la masse d'un enduit protecteur gênant la réaction. Pulvérisé et projeté dans la flamme d'un bec de Bunsen, il brûle avec de belles étincelles rouges.

» L'oxygène donne lieu à une réaction plus vive et qui est portée à son maximum quand on fait intervenir directement les composés oxygénés de la première famille de métalloïdes. Ainsi, si l'on mélange l'hydrure avec de petites quantités de chlorate, de perchlorate ou de bromate de potassium, et que l'on chauffe très légèrement, la réduction a lieu avec une violence telle que la masse incandescente se trouve projetée hors du tube où on l'effectue. Avec l'iodate, la réaction, moins brutale, donne lieu cependant à un abondant dégagement de vapeurs d'iode.

» La réduction du bichromate de potassium est également très vive. Si l'on pulvérise les deux corps, qu'on les mélange et qu'on en approche une allumette enflammée, la masse prend feu et se trouve bientôt portée à l'incandescence. Le résidu, d'un beau

vert, est constitué par un mélange de strontiane et de sesquioxyde de chrome. Les oxydes des métaux tels que le plomb et le cuivre sont réduits avec énergie.

» *En résumé*, l'hydrure de strontium, dont j'avais déjà annoncé l'existence dans ma Note précédente, est un puissant réducteur. Par sa composition et par l'ensemble de ses propriétés, il vient naturellement se ranger à côté de l'hydrure de calcium CaH^2 découvert par M. Moissan. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'équilibre chimique des systèmes fer-carbone.* Note de MM. **Georges Charpy** et **Louis Grenet**, présentée par M. H. Moissan.

« M. Bakhuis Roozeboom a donné, en 1900, une interprétation des faits connus relativement à la constitution des métaux formés de fer et de carbone, qui est irréprochable au point de vue théorique, mais dont quelques points restent douteux par suite de l'insuffisance de données expérimentales précises. En particulier, les conditions dans lesquelles M. Roozeboom admet que le carbone se sépare sous forme de graphite, dans les fontes blanches soumises au recuit, ont paru en contradiction avec un certain nombre de faits observés antérieurement dans la fabrication de la fonte malléable. MM. Le Chatelier et Stansfield ont fait des objections à ce point de vue, et cité des expériences de Royston, Mannesmann, etc., d'après lesquelles la séparation du graphite se ferait suivant un diagramme notablement différent de celui qui a été adopté par M. Roozeboom. Dans ces expériences, faites à un point de vue pratique, il n'a pas été tenu compte des substances autres que le carbone, contenues dans les fontes, bien que certaines de ces substances, le silicium, le manganèse, etc., aient une influence incontestable sur la séparation du graphite. On pourrait donc croire, comme semble l'admettre M. Hugh. P. Tiemann, dans un Travail tout récemment publié, que les abondantes séparations de graphite observées par M. Royston étaient dues à la présence du silicium dans les fontes employées.

» Nous avons étudié, à ce point de vue, cinq fontes contenant sensiblement la même proportion de carbone total (3,30 environ), et dans lesquelles les autres éléments n'existaient qu'à l'état de traces, sauf le silicium dont les teneurs étaient respectivement :

0,05 0,27 0,80 1,20 2 pour 100.

Ces fontes étaient coulées dans l'eau froide et ne contenaient pas de proportion appré-

ciable de graphite, sauf la dernière où l'on en trouvait 0,20 pour 100. Des fragments de ces fontes étaient soumis à des recuits plus ou moins prolongés à diverses températures; ces températures étaient atteintes, soit en montant d'une façon continue, soit en descendant après avoir atteint une température plus élevée; dans chaque cas, on terminait l'opération par une trempe à l'eau froide. Dans les échantillons ainsi traités on dosait le carbone total et le graphite, la différence donnant le carbone combiné.

» De l'ensemble de ces essais on peut déduire les résultats suivants, relatifs à la séparation du graphite par recuit :

» 1° La séparation du graphite s'amorce à une température d'autant plus basse que la teneur en silicium est plus forte;

» 2° La séparation du graphite, une fois commencée, se continue aux températures inférieures à celle où s'amorce la réaction;

» 3° A température constante, la séparation du graphite s'effectue progressivement avec une vitesse d'autant plus faible que la température est plus basse et la teneur en silicium plus faible;

» 4° La teneur en graphite qui correspond à l'équilibre paraît ne dépendre que faiblement de la teneur en silicium;

» 5° La teneur en graphite qui correspond à l'équilibre augmente quand la température s'abaisse, et, aux températures basses, l'équilibre paraît correspondre à une proportion nulle de carbone combiné.

» Si l'on considère, en particulier, la fonte qui ne contient que des traces de silicium, on trouve qu'on peut la soumettre à un chauffage prolongé, à une température qui peut atteindre 1120°, sans qu'il s'y sépare de graphite; mais à 1170° la séparation du graphite se produit et se continue si l'on ramène ensuite le métal à des températures inférieures. Pour déterminer l'équilibre entre le fer carburé, et le graphite nous avons trempé à l'eau, à diverses températures, des fragments de fonte, amenés à ces températures par un refroidissement très lent (25° à l'heure) à partir de 1170°. Nous avons obtenu ainsi les teneurs suivantes en carbone combiné :

Température......	1100°	1000°	900°	800°	700°
Carbone combiné...	1,48	1,55	0,99	0,43	0,38

» Ces chiffres ne sont qu'approximatifs, surtout en ce qui concerne les températures basses, pour lesquelles il faudrait prolonger beaucoup le chauffage pour être sûr d'arriver à l'équilibre. Si l'on examine au microscope la fonte refroidie à 700°, on voit que la transformation est plus avancée dans certaines régions où le graphite se trouve directement en contact

avec de la ferrite ([1]); il est assez naturel d'admettre que ces régions sont celles où la transformation est complète; par conséquent, l'état stable à froid des systèmes fer-carbone correspondrait à la coexistence des deux phases, fer pur et graphite; toutes les autres formes obtenues dans les fers et aciers, et notamment la cémentite, seraient métastables à basse température. Le cas des systèmes fer-carbone serait à rapprocher de celui du phosphore, pour lequel la forme stable à froid est le phosphore rouge, mais que l'on obtient et que l'on emploie le plus souvent sous la forme métastable de phosphore blanc. »

THERMO-ÉLECTRICITÉ. — *Sur la thermo-électricité des aciers et des ferro-nickels.* Note de M. G. **Belloc**, présentée par M. Ditte.

« Les résultats indiqués dans ma précédente Communication ([2]) ont été précisés et étendus, par l'emploi de la même méthode, à des échantillons titrés; le dispositif expérimental déjà sommairement décrit consiste à déterminer les courbes en (E, t) et $\left(\frac{dE}{dt}, t\right)$, de 20° en 20°, de couples acier-platine, en opérant dans un four électrique donnant des températures croissant ou décroissant avec une vitesse aussi faible que l'on veut.

» Les essais ont porté sur une série d'échantillons titrés allant depuis le fer doux jusqu'à l'acier renfermant 1,25 pour 100 de carbone; ces échantillons provenaient des aciéries d'Unieux et d'Assailly.

» Les courbes en (E, t) montrent une progression continue de E avec t; elles présentent trois points d'inflexion. La teneur en carbone abaisse la valeur de E, le manganèse aussi.

» Si maintenant l'on construit les courbes en $\left(\frac{dE}{dt}, t\right)$, on voit qu'elles présentent toutes la même allure que j'ai décrite dans ma première Communication; c'est-à-dire un minimum commun vers 380°, un maximum en relation avec la position du point a_3 et un second minimum distant de 120° environ du maximum. Ces résultats sont à rapprocher de ceux trouvés par M. H. Le Chatelier sur la variation de résistance électrique avec la température.

» Enfin, toutes ces courbes qui, à partir de 680°, s'étaient nettement séparées les unes des autres au fur et à mesure que se produisait leur maximum, cheminent en voisi-

([1]) M. Osmond a déjà signalé un cas dans lequel il a observé de la ferrite au contact direct du graphite.

([2]) *Comptes rendus*, 30 juillet 1900.

nant à partir de 1000°. Par conséquent, de 650° à 1000°, le fer se trouve dans un état tel qu'une proportion plus ou moins grande de carbone suffit pour déplacer en avant sa courbe représentative de pouvoir thermo-électrique et caractériser ainsi sa teneur en carbone; cet état correspondrait à celui qu'a défini M. Pionchon dans son étude de la chaleur spécifique du fer.

» Enfin mon étude a porté sur une série d'aciers au nickel dont M. Steinmann avait déterminé la force électromotrice, par rapport au plomb, pour certaines températures d'ébullition dont la plus élevée n'a pas dépassé 300°.

» Les teneurs en nickel variaient depuis 5 pour 100 jusqu'à 35,5 pour 100; à l'encontre des résultats précédents, je n'ai pas obtenu de variation progressive de courbes en relation avec la composition chimique. De cette étude il résulte que :

» 1° La forme générale des courbes en (E, t) de couples ferro-nickel-platine est parabolique;

» 2° Il y a exception pour l'acier à 5 pour 100 de nickel;

» 3° Les aciers à 5 pour 100 et à 28 pour 100 ont présenté, à partir de 400° et 500°, des variations brusques, révélatrices d'une transformation moléculaire;

» 4° L'acier à 28 pour 100 se distingue par sa grande force électromotrice et la température de son point neutre;

» 5° De faibles variations de teneur en nickel suffisent pour amener de grandes variations dans la température du point neutre et sa force électromotrice, ainsi que le montre le Tableau ci-après :

Teneur pour 100 de nickel.	Température du point neutre.	E en microvolts.
5	° »	196° à 400°
24	250	980
26	60	70
28	495	6300
30,4	95	120
34,6	190	1050
35,2	84	112
35,5	150	616

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des combinaisons organomagnésiennes mixtes sur le trioxyméthylène. Synthèses d'alcools primaires.* Note de MM. V. GRIGNARD et L. TISSIER, présentée par M. H. Moissan.

« En étudiant l'action des combinaisons organomagnésiennes mixtes sur les aldéhydes, l'un de nous ([1]) avait exprimé l'opinion que le trioxyméthylène, dont l'action sur les composés organozinciques avait été mise en lumière par Tischtchenko, devait réagir également, et avec plus de facilité encore, sur les alcoylmagnésiums. Cette hypothèse a été pleinement confirmée par les recherches que nous avons entreprises et que nous soumettons aujourd'hui à l'Académie.

» Tandis que les aldéhydes libres réagissent avec une grande énergie sur les combinaisons organomagnésiennes, le trioxyméthylène ne se dépolymérise que lentement à leur contact; aussi la réaction est à peine manifeste et il est utile de chauffer assez longtemps. L'insolubilité complète du trioxyméthylène dans l'éther ne doit pas, d'ailleurs, être sans influence sur ce phénomène.

» Voici le mode opératoire que nous avons adopté. Une molécule de combinaison organomagnésienne ayant été préparée en solution éthérée, suivant la méthode antérieurement décrite, on introduit dans le ballon 30g de trioxyméthylène bien sec. Avec les premiers termes seulement, il se déclare à froid une faible réaction, mais, dans tous les cas, on chauffe à l'ébullition pendant 1 ou 2 jours. On constate alors la formation progressive d'une couche liquide foncée qui se sépare de l'éther. Lorsqu'elle ne paraît plus augmenter, on parachève la réaction en renversant le réfrigérant de façon à laisser distiller une partie de l'éther, ce qui permet de chauffer un peu plus fort le mélange réactionnel. Mais il faut surveiller de près cette opération, car, si l'on évapore trop d'éther, une vive réaction se déclare et l'on ne peut plus la maîtriser. Après avoir redressé le réfrigérant, on chauffe encore 1 heure, puis on laisse refroidir; il reste un magma épais que l'on décompose sur la glace. On dissout la magnésie précipitée au moyen d'acide sulfurique dilué, et l'on achève l'extraction et la purification de l'alcool formé par les procédés ordinaires.

» Nous avons réalisé ainsi, et avec d'excellents rendements, aussi bien dans la série aromatique que dans la série grasse, un certain nombre de synthèses d'alcools primaires, qui témoignent de la généralité et de la valeur pratique de la méthode.

([1]) GRIGNARD, *Thèse de Doctorat*, Lyon, 1901. — *Ann. de Chim. et de Phys.*, p. 461; 1901.

» Parmi les alcools dont nous avons étudié le rendement, nous citerons : l'alcool propylique normal, préparé au moyen de l'éthylbromure de magnésium avec un rendement de 65 pour 100; l'alcool butylique normal, préparé avec le propylbromure de magnésium, rendement : 55 pour 100; l'alcool isohexylique, encore très peu connu, a été obtenu au départ de l'isoamylbromure de magnésium avec un rendement de 70 pour 100. Il bout à 147°-148° sous 753^{mm}; son odeur rappelle celle de l'alcool isoamylique, mais elle est plus fade : $d_0 = 0,8243$; il donne aisément un acétate qui bout à 159° sous 755^{mm} et dont l'odeur est très voisine de celle de l'acétate d'amyle. Dans la série aromatique, le phénylbromure de magnésium nous a fourni l'alcool benzylique avec un rendement de 45 pour 100. Enfin l'α-naphtylbromure de magnésium conduit à l'α-naphtylméthanol.

» Il est inutile d'insister sur l'intérêt que présente la nouvelle méthode en permettant de remonter de proche en proche les séries d'alcools homologues et d'arriver ainsi aux aldéhydes et aux acides correspondants.

» L'un de nous a déjà montré [1] comment on pouvait arriver directement aux acides par fixation de l'anhydride carbonique sur les combinaisons organomagnésiennes; nous nous occupons actuellement de réaliser la synthèse directe des aldéhydes au moyen de l'oxyde de carbone. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation et propriétés des éthers imidodithiocarboniques.* Note de M. **Marcel Delépine.**

« Dans une précédente Note, j'ai indiqué les modes de formation des *éthers imidodithiocarboniques* $RAz = C(SR')^2$ et justifié leur constitution par leur synthèse, leur oxydation, leur réduction et leurs dédoublements [2]. Je vais préciser aujourd'hui leur préparation et exposer rapidement leurs propriétés.

» Pour les préparer, on dissout 2^{mol} d'une amine primaire dans quelques volumes d'alcool absolu du commerce et l'on y fait tomber, par petites portions, 1^{mol} de sulfure de carbone, en refroidissant au besoin; sans tenir compte de la cristallisation du thiosulfocarbamate engendré, on ajoute 2^{mol} d'un éther iodhydrique (CH^3I, C^2H^5I...); une nouvelle réaction exothermique se déclare; on la laisse se faire d'elle-même pendant au moins 1 heure (avec le premier terme seulement, la combinaison $C^4H^9AzS^2HI$ cristallise abondamment).

» On étend alors le liquide de 4^{vol} à 5^{vol} d'eau. Avec les premiers termes, il ne se précipite presque rien, les réactions autres que la réaction fondamentale étant presque

(1) *Loc. cit.*

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1416; 1901.

nulles. Quoi qu'il en soit, on épuise la liqueur avec des doses modérées d'éther ($\frac{1}{10}$ de volume), à deux ou trois reprises. On a ainsi une liqueur éthérée qui contient l'excès de CS^2 (s'il y en a) et de l'éther iodhydrique, ainsi que les produits neutres, et une liqueur hydroalcoolique contenant les iodhydrates de l'amine employée et de la base cherchée.

» La liqueur éthérée, distillée, fournit d'abord son éther chargé d'éther iodhydrique et de produits à mauvaise odeur, lesquels se combinent au moins partiellement avec le temps pour donner un iodure de sulfine qui cristallise; puis il passe ensuite des produits à odeur irritante, dont le point d'ébullition, variable, est en rapport avec celui de l'amine employée et surtout compris entre ceux du sulfocyanate et de l'isosulfocyanate correspondant à cette amine. En fait, l'action de l'ammoniaque alcoolique à 100° a conduit aux sulfo-urées prévues.

» La solution hydroalcoolique, traitée par la soude, laisse aussitôt séparer des gouttelettes huileuses, que l'on rassemble avec un peu d'éther. La solution éthérée, séchée sur $CaCl^2$ ou KOH, puis distillée, fournit l'éther imidodithiocarbonique. Avec les premiers termes, il passe pur du premier coup; avec les suivants, il peut retenir quelque dose de sénévol ou autre, qu'on en sépare en redissolvant le distillat dans HCl pas trop étendu, et épuisant à l'éther pour l'enlever; en précipitant de nouveau la solution aqueuse acide par un alcali, on sépare la base imidodithiocarbonique; dans les plus mauvais cas, elle distille dans l'intervalle de quelques degrés.

» Toutes les réactions s'expriment facilement par les équations ci-dessous : la formation de l'éther imidodithiocarbonique, par l'équation (1); la formation du sénévol (éq. 3), par la destruction d'une dithio-uréthane intermédiaire résultant d'une réaction moins complète (éq. 2); la formation de la sulfine, par l'action de l'éther iodhydrique sur le mercaptan résultant également de la destruction de la dithio-uréthane (éq. 4) :

$$(1)\qquad RAzH.CS.SAzH^3R + 2R'I = RAz:C(SR')^2 + RAzH^3.I,$$

$$(2)\qquad RAzH.CS.SAzH^3R + R'I = RAzH.CS.SR' + RAzH^3.I,$$

$$(3)\qquad RAzH.CS.SR' = RAz:C:S + HS.R',$$

$$(4)\qquad HSR' + 2R'I = (R')^3SI + HI.$$

» Les éthers imidodithiocarboniques sont des liquides très mobiles, d'odeur forte, particulière, réfringents, parfaitement incolores pour les premiers termes, à peine teintés de jaune pour les termes supérieurs. Leurs points d'ébullition sont élevés et croissent avec le poids moléculaire, comme on peut le voir dans le Tableau qui suit, mais moins vite que pour les amines génératrices; la densité, au contraire, va en diminuant. Les composés isomères par métamérie ont sensiblement les mêmes densités et points d'ébullition (comparer 3 et 4, 6 et 7); s'il y a déficit d'hydrogène, la densité s'élève (comparer 3, 4 et 5, 9 et 10); le remplacement de

$(SCH^3)^2$ par $(SC^2H^5)^2$ élève le point d'ébullition de 20° seulement (comparer 1 et 3, 2 et 6, 8 et 9). Le coefficient de dilatation est voisin de 0,00085 entre 0° et 20°.

	Formule.	Constitution.	Densité 0°-4°.	Ébullition.	Fusion du chloroplat.
1.	$C^4H^9AzS^2$	$CH^3Az : C(SCH^3)^2$	1,13827	192°	180°
2.	$C^5H^{11}AzS^2$	$C^2H^5Az : C(SCH^3)^2$	1,08477	201	150
3.	$C^6H^{13}AzS^2$	$CH^3Az : C(SC^2H^5)^2$	1,0594	215	161
4.	»	$C^3H^7Az : C(SCH^3)^2$	1,0597	219	151 (n.-propyl).
5.	$C^6H^{11}AzS^2$	$C^3H^5Az : C(SCH^3)^2$	1,10093	220-222°	145 (allyl).
6.	$C^7H^{15}AzS^2$	$C^2H^5Az : C(SC^2H^5)^2$	1,02905	223-224	133
7.	»	$C^4H^9Az : C(SCH^3)^2$	1,0262	225	132 (isobutyl).
8.	$C^8H^{17}AzS^2$	$C^5H^{11}Az : C(SCH^3)^2$	1,0137	242-245	146 (isoamyl).
9.	$C^{10}H^{21}AzS^2$	$C^5H^{11}Az : C(SC^2H^5)^2$	0,97906	260	123 »
10.	$C^{10}H^{13}AzS^2$	$C^7H^7Az : C(SCH^3)^2$	1,1610(?)	210-220(60^m)	165 (benzyl).

» Ce sont des bases faibles, solubles dans les acides, d'où les alcalis fixes et l'ammoniaque les séparent; elles sont sans action sur le tournesol, la phtaléine, nettement monoacides à l'hélianthine. L'étude thermochimique de l'iodhydrate cristallisé $C^4H^9AzS^2$,HI a fourni les résultats suivants, en accord avec les faits précédents :

Dissolution dans 4^l : $-7^{cal},5$; dans 2^l........................	^{Cal} $-7,4$
$C^4H^9AzS^2$, HI diss. + KOH diss. = $C^4H^9AzS^2$ liq. + KI diss.....	$+4,5$
$C^4H^9AzS^2$ liq. + HI diss. = $C^4H^9AzS^2$,HI diss..................	$+9,2$
$C^4H^9AzS^2$ liq. + HI gaz = $C^4H^9AzS^2$, HI crist................	$+36,2$

» L'iodhydrate et le sulfate de $C^4H^9AzS^2$ sont les seuls sels minéraux que j'ai préparés; par contre, la plupart des bases donnent des picrates, des chloromercurates, des iodomercurates cristallisés, mais non pas toutes, certaines combinaisons, surtout celles des termes élevés, persistant dans l'état liquide. Tous les chloroplatinates cristallisent : j'en ai donné le point de fusion dans le Tableau. Quant aux préparations, propriétés et analyses de ces corps, on les trouvera dans un autre Recueil. Signalons seulement que les sels doubles ont une grande tendance à se décomposer avec formation de mercaptide, suivant une équation analogue à celle qui a été indiquée pour l'azotate d'argent dans la première Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'inversion du saccharose.* Note de M. P. PETIT.

« La chaleur dégagée par l'inversion du saccharose peut être déduite des chaleurs de combustion et de dissolution; j'ai cherché cependant à la déterminer directement pour le saccharose dissous, en employant l'acide sulfurique.

» On peut effectuer l'inversion par cet acide à des températures de 60° environ, en prenant un calorimètre fermé et en remplaçant, dans la double enveloppe, l'eau par une vapeur convenablement choisie : le chloroforme a fourni, dans ces conditions, pour la couche d'air touchant le calorimètre de platine, une température constante de 58°,5, tandis que l'on obtenait avec l'alcool méthylique 63°. En chauffant la solution sucrée du calorimètre à une température voisine de celle de cette couche d'air, on peut arriver à ce que le refroidissement par minute soit au début compris entre 0 et 0,004, c'est-à-dire que l'on se trouve dans les mêmes conditions de précision qu'avec le calorimètre habituel.

» L'acide sulfurique était placé longtemps à l'avance dans une ampoule de verre plongeant dans la solution sucrée, et l'on a vérifié que l'acide prenait dans ces conditions exactement la température du liquide sucré.

» On a déterminé préalablement la chaleur dégagée par la dilution de la même dose d'acide dans la même quantité d'eau à 58° et à 63°, afin de faire la correction.

» Les poids de sucre invertis dans chaque essai ont été voisins de 115^{g}; les dosages d'acidité à la fin de chaque expérience étaient faits sur un poids connu du liquide, afin d'éviter toute correction due aux volumes.

» On a trouvé, comme moyenne d'expériences concordantes, que la chaleur dégagée par l'inversion d'une molécule-gramme de saccharose dissous dans 140^{mol} d'eau était de :

$$2^{Cal},639 \text{ à } 58°,5$$

et

$$2^{Cal},675 \text{ à } 63°.$$

» L'écart de température pour les deux déterminations étant seulement de 4°,5; on ne peut donner que comme approchée la variation de la chaleur de combinaison que l'on en déduit, soit 7 petites calories par degré. Cela représenterait encore $2^{Cal},3$ comme chaleur d'inversion du saccharose dissous vers 15°.

» La chaleur d'inversion du saccharose par la sucrase a été également

déterminée par Brown et Pickering (*Trans. Chem. Soc.*; 1897). Ces auteurs indiquent $3^{Cal},384$ par molécule-gramme. Les déterminations ont été faites, il est vrai, vers 18°, de sorte que les élévations de température étaient très faibles, 0,28 environ, et les poids de sucre inverti voisins de 12^{g}.

» Nous nous proposons de répéter nos essais avec la sucrase et d'appliquer la même méthode à l'étude des produits de saccharification de l'amidon par l'amylase. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la solubilité du phosphate bicalcique dans l'eau pure.* Note de M. **A. Rindell**, présentée par M. Schlœsing.

« Les données sur la solubilité des différents phosphates de chaux étant assez incomplètes et même contradictoires, j'ai repris l'étude de ce sujet avec des méthodes modernes. Une telle reprise semblait promettre des résultats plus satisfaisants, parce que les dissolutions examinées par les auteurs n'ont pas toujours été préparées en observant toutes les circonstances qui sont nécessaires pour assurer l'état de saturation.

» Mes recherches, publiées déjà en 1900 [1], ont indiqué une solubilité plus considérable que celle trouvée par mes devanciers. J'ai aussi constaté que le phosphate bicalcique se dissout avec décomposition déjà à la température ordinaire. J'ai donné la preuve irréfutable de cette décomposition, par la transformation complète d'une certaine quantité de ce phosphate en phosphate tricalcique au moyen de lavages réitérés avec de l'eau toujours renouvelée.

» Plus tard, M. Schlœsing a obtenu une dissolution du phosphate bicalcique $CaOPO^4 + 2H^2O$ ne présentant pas trace de décomposition (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 211). Ne voyant rien qui pût expliquer les chiffres trouvés par cet auteur, dont la haute compétence est universellement reconnue, j'ai repris mes expériences dans des conditions variées. Mes nouveaux résultats sont peut-être propres à mettre en lumière la cause de cette contradiction, plus apparente que réelle. Voici maintenant un résumé de mes nouvelles expériences :

---

[1] *Untersuchungen über die Löslichkeit einiger Kalkphosphate.* Helsingfors, 1900.

» On a opéré sur un sel très pur et finement pulvérisé, ayant la composition suivante :

	I.	II.	Moyenne.	Calculé.
CaO..........	32,56	32,84	32,70	32,56
P^2O^5..........	41,32	41,28	41,30	41,28
H^2O..........	26,20	»	26,20	26,26

» Les solutions ont été faites dans des flacons qui contenaient 500^{cm^3} d'eau chacun. L'eau était distillée et privée d'acide carbonique par barbotement avec de l'air exempt de ce gaz ainsi que de l'ammoniaque. On imprimait à ces flacons un mouvement de rotation dans un réservoir d'eau maintenu à la température constante de 18° au moyen d'un régulateur Ostwald. Pour suivre les variations dans la concentration des solutions on a d'abord déterminé à diverses reprises leur pouvoir conducteur pour le courant électrique, et à la fin on a prélevé un volume mesuré en vue de l'analyse chimique. Le Tableau suivant contient les derniers chiffres d'une série préliminaire que je ne reproduis pas ici, parce que les valeurs de la conductibilité (λ) sont relativement mauvaises, l'erreur moyenne montant jusqu'à 7 pour 100. La durée de rotation (t) est donnée en heures, les quantités de chaux et d'acide phosphorique en milligrammes-molécules de CaO et de H^3PO^4 par litre ; enfin on a calculé la raison (R) de H^3PO^4 : CaO. Les chiffres de la première colonne indiquent les quantités de phosphate en contact avec un litre d'eau.

	t.	CaO.	H^3PO^4.	R.	$\lambda.10^6$.
g 1.......	12	0,763	0,858	1,13	138
2.......	20	0,929	1,433	1,54	156
3.......	80	1,200	1,900	1,58	203
5.......	40	1,071	1,691	1,58	163
6.......	70	1,216	1,899	1,56	199

» Ces nombres montrent clairement : 1° que la concentration de la dissolution croît avec le temps et la masse du sel en contact avec un volume donné d'eau ; 2° la quantité R, d'abord très peu différente de l'unité, croît avec la concentration. Pour étudier les choses de plus près, j'ai fait une nouvelle série, dont voici les résultats : *a*. Conductibilité spécifique ($\lambda.10^6$) :

t.	24.	48.	68.	88.	108.	128.	148.	168.	212.	232.	252.
g 2....	132	159	161	173	175	175	180	183	186	189	187
4....	150	161	169	177	182	183	185	185	189	190	190
6....	154	163	170	179	185	186	188	191	194	195	195
10....	159	166	170	178	182	186	190	191	193	196	196
12....	161	168	174	177	187	189	190	192	195	195	195
14....	164	169	174	178	186	188	191	193	196	196	196

» *b*. Concentration de la solution :

	CaO.	H^3PO^4.	R.	λ.10⁶.
2g	1,293	2,133	1,65	187
10	1,305	2,216	1,70	196
14	1,313	2,219	1,69	196

» Ces chiffres semblent indiquer que les dissolutions étaient identiques et, par conséquent, saturées. Pour contrôle, j'ai laissé une partie des flacons en repos dans le bain à température constante pendant encore 120 heures et déterminé λ qui fut trouvé :

4g par litre	192	au lieu de	190
6 »	196	»	195
12 »	196,5	»	195

» Les différences sont comprises dans les limites des erreurs inévitables (± 1 pour 100), excepté pour le flacon avec 2g de phosphate par litre, où la valeur de λ ainsi que la concentration sont sensiblement plus faibles. Le chiffre 196 paraît donc indiquer l'état de saturation.

» Cette nouvelle série confirme les conditions énoncées ci-dessus et démontre que la décomposition a réellement lieu et que l'équilibre de saturation exige un temps assez considérable pour se produire. Si la quantité de phosphate est inférieure à 10g par litre, la saturation n'est pas atteinte en 252 heures. La raison $H^3PO^4 : CaO$ présente une valeur d'autant moindre que la saturation est moins complète.

» Dans sa Note, M. Schlœsing ne fait pas mention de la quantité de phosphate bicalcique employée par litre d'eau, mais il est à supposer qu'il a observé ici les mêmes proportions que dans ses expériences sur le phosphate tricalcique (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 149), où il mettait 1g de substance en présence de 1250cm³ d'eau, ce qui fait 0g,8 par litre. La teneur de la solution ainsi obtenue par M. Schlœsing était par litre : 0g,0394 de CaO (0mg,70 molécules) et 0g,0498 de P^2O^5 (0mg,70 molécules $\frac{1}{2}P^2O^5$). Ces chiffres sont assez rapprochés de ceux que j'ai trouvés pour 1g de phosphate et 12 heures : 0mg,763 molécules de CaO et 0mg,858 molécules de $\frac{1}{2}P^2O^5$ avec $R = 1,13$. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les procédés de dosage volumétrique, par le chlorure stanneux, du cuivre, du fer, de l'antimoine, du zinc en poudre, du soufre dans les sulfures, du glucose et du sucre.* Note de M. **Frédéric Weil**, présentée par M. Ad. Carnot.

« J'ai trouvé, depuis quelques années déjà, qu'au lieu d'effectuer ces titrages à l'ébullition (¹), on peut tout aussi bien opérer à la température ordinaire.

» Il suffit pour cela d'introduire, dans le matras où l'on produit la réaction, 10^{cm^3} de la liqueur à titrer, 30^{cm^3} d'acide chlorhydrique et d'y ajouter quelques fragments de marbre blanc. L'acide carbonique qui se dégage remplit le matras et s'oppose à l'oxydation du chlorure cuivreux produit pendant l'opération. C'est le même rôle que jouent les vapeurs chlorhydriques, lorsqu'on opère à chaud, sans employer le marbre.

» On doit naturellement titrer à froid, de la même façon, les 10^{cm^3} de liqueur normale de cuivre pur.

» L'avantage que l'on obtient en opérant à froid, c'est de n'être plus incommodé par les vapeurs chlorhydriques, qui se dégagent en abondance lorsqu'on traite les liqueurs à la température de l'ébullition.

» On peut ainsi déterminer, au moyen de mes procédés, sans calcul et avec des Tables numériques (²), la richesse centésimale en cuivre, fer, antimoine, etc., dans un minerai, un alliage ou une autre matière. »

ZOOLOGIE. — *Sur la distribution géographique et l'adaptation aux eaux douces de quelques formes marines.* Note de MM. **C. Vaney** et **A. Conte**, présentée par M. Alfred Giard.

« La faune des eaux douces de la région lyonnaise s'est enrichie, ces dernières années, de deux espèces particulièrement intéressantes. L'une

(¹) Mes procédés ont été présentés à l'Académie en 1870 (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 997), puis le 21 juin et le 22 novembre 1886. Ils ont été décrits dans les *Annales de Chimie et de Physique* en 1872 (4ᵉ série, t. XXVII), par Frésenius (*Zeitschrift*, t. XVII, p. 438) en 1878, et avec mes plus récents perfectionnements en 1882, dans la *Revue universelle des Mines* (t. XII, 2ᵉ série, p. 191 et 203), ainsi que dans les *Chemical News*, le 12 décembre 1882, etc.

(²) M. C.-A.-M. Balling, professeur à l'Académie des Mines à Pribram, a dressé ces Tables pour mes procédés.

est l'*Emea lacustris* ou *Tetrastemma lacustre*, découverte par du Plessis sous les galets de la côte savoisienne du lac Léman. Elle a été retrouvée depuis dans des bassins de la ville de Genève. A Lyon, nous avons observé, pour la première fois, deux exemplaires de ce Némertien, dans le bassin du jardin des Chartreux, qui est alimenté par les eaux du Rhône. Récemment, nous en avons rencontré dans un petit ruisseau se jetant dans le Rhône et qui, servant de déversoir au condenseur d'une usine, a toujours une température de 20° à 25°. Là, les *Emea* sont très abondantes et vivent dans la vase; on trouve des individus de toutes tailles et nous avons pu constater, sur certains, une véritable scissiparité naturelle, que du Plessis n'a jamais rencontrée chez les individus qu'il a observés.

» La seconde espèce est un poisson, le *Blennius alpestris* Bl., apparu depuis deux ans dans le petit lac de la Tête-d'Or, ancien bras du Rhône et toujours en communication directe avec ce fleuve. Em. Blanchard a signalé cette espèce, pour la première fois, dans le lac du Bourget. Il est probable que, ainsi que l'*Emea lacustris*, elle nous est arrivée par l'intermédiaire du Rhône et s'est fixée aux points où elle a trouvé des conditions favorables.

» L'examen comparé de nos échantillons nous conduit à admettre, avec Moreau, que le *Blennius alpestris* Bl. n'est qu'une variété du *Blennius cagnota* Linn., car ses dimensions varient depuis $0^{m},06$ jusqu'à $0^{m},10$; quant à la dentition, elle ne fournit que des caractères peu constants : le nombre des incisions n'étant point aussi fixe que l'avait admis Blanchard.

» La présence dans les caux douces d'une Blennie, représentant d'un genre presque complètement marin, n'a rien qui doive nous surprendre. La Blennie cagnette est connue dans les eaux douces de la Garonne et du Var. La Blennie paon (*B. pavo* Riss.), qui est franchement marine, s'adapte à l'eau douce avec la plus grande facilité. Nous avons pu, en effet, jeter dans l'eau douce des Blennies paon, recueillies dans la rade de Tamaris, et constater qu'elles résistaient fort bien. Nous avons obtenu des résultats identiques avec des *Gobius niger* Rond., de même provenance. Ces deux espèces marines ont vécu très bien en eau douce pendant quelques jours; des expériences ultérieures nous permettront de mieux préciser la durée de la vie, dans ces conditions, en tenant compte des différents facteurs (respiratoires, nutritifs, etc). Il y a là deux cas d'adaptation brusque de l'eau de mer à l'eau douce analogues à celui de l'*Anguilla vulgaris*. Des cas d'adaptation plus ou moins graduelle ont été souvent constatés et Giard a attiré récemment l'attention sur celui des Epinoches, qui est instantané

(*Comptes rendus de la Société de Biologie*, p. 46 à 48; 20 janvier 1900).

» D'une façon générale, le pouvoir d'adaptation des Poissons marins aux eaux douces est en rapport avec leur habitat : c'est surtout parmi les formes littorales, ayant leur ponte au rivage, que l'on trouve des espèces susceptibles d'adaptations, graduelle ou brusque. Cela s'explique par ce fait que ces espèces vivent normalement dans une eau de mer toujours additionnée d'eau douce. Néanmoins cette règle n'est pas absolue; on sait que les Flets (*Pleuronectes flesus* Linn.) et les Muges (*Mugil capito* Cuv.) qui pondent en pleine mer peuvent passer une grande partie de leur vie en eau douce. Par contre, certains Crénilabres (*Crenilabrus masso* Riss.), vivant au littoral et y construisant leur nid, meurent immédiatement dans l'eau douce.

» Ces diverses formes, celles à adaptation graduelle (Épinoches), celles à adaptations brusques (*Gobius niger*, *Blennius pavo*, etc.), celles à migrations, sont autant d'intermédiaires entre les Poissons franchement marins et les formes franchement adaptées aux eaux douces, telles que le *Blennius cagnota*, dont le *Blennius alpestris* représente une variété qui a pénétré plus avant encore dans les eaux douces. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Crustacé commensal des Pagures*, Gnathomysis Gerlachei, nov. sp., *type d'une famille nouvelle de Schizopodes*. Note de MM. **Jules Bonnier** et **Charles Pérez**, présentée par M. Alfred Giard.

« Nous avons recueilli le curieux Crustacé qui fait l'objet de cette Note préliminaire, en février 1901, dans la mer Rouge, dans le port même de Massaouah. C'est en examinant des Crustacés de divers genres pour la recherche de leurs parasites que, dans l'extrémité inférieure de coquilles de Mollusques habitées par des Pagures (*Pagurus brevipes*), dans le dernier tour de spire, tout contre l'extrémité postérieure de l'abdomen de son compagnon, nous en avons trouvé quatre exemplaires : deux mâles isolés et un troisième accompagné de sa femelle. Malgré leur taille réduite (7^{mm} à 9^{mm}), leur présence se décèle immédiatement, quand on brise la coquille, par la couleur rouge éclatante de l'animal, le rouge si caractéristique de nombreux Crustacés des profondeurs; leur fréquence doit être assez considérable dans ces parages, car, dans notre courte escale, nous n'avions pu ramasser que très peu de Pagures; durant notre voyage sur les côtes arabes de la mer Rouge, de l'océan Indien et du golfe

Persique, malgré le nombre très considérable de Pagures de même espèce ou d'espèces voisines examinés, nous ne l'avons plus rencontré.

» La carapace céphalothoracique est large, membraneuse, transparente et recouvre librement le péréion dont les somites sont nettement définis sur la partie dorsale; entre les deux pédoncules oculaires, terminés par de gros yeux composés et de couleur noire, s'insèrent les antennules et les antennes ordinaires des Schizopodes, la lame exopodiale de l'antenne étant ovale et régulièrement ciliée sur tout son pourtour. Les pièces buccales sont typiques, la première maxille portant un petit épipodite achète, et le troisième maxillipède, court et trapu, avec un long exopodite natatoire bien développé et un épipodite lancéolé se recourbant dans la cavité branchiale. Le premier péréiopode est court, robuste, et son extrémité distale est couverte de longues soies; le second diffère dans les deux sexes : dans la femelle déjà, il est notablement plus développé que les suivants et forme un véritable gnathopode à propodite élargi, tandis que, chez le mâle, il atteint des dimensions bien plus considérables : on le voit facilement à l'œil nu, au premier examen, grâce au propodite formidable qui le termine avec un dactylopodite en façon de griffe puissante; les autres paires de péréiopodes sont de forme typique, tous semblables et adaptés à la natation : ces sept paires d'appendices thoraciques sont toutes munies d'exopodites et ne portent aucune sorte de branchies caractérisées, ni sur le coxopodite, ni sur l'articulation basale du membre.

» La cavité incubatrice de la femelle est formée par deux paires d'oostégites lamelleux, dépendant des deux dernières paires de péréiopodes; elle contenait seulement huit gros œufs, à vitellus violet et abondant, prouvant bien que, comme chez les *Mysidæ* et les *Lophogastridæ*, et contrairement à ce qui se passe chez les *Euphausiidæ*, le développement embryonnaire est condensé, sans phases *Nauplius* et *Zoea* libres.

» Le pléon, comme chez les autres Schizopodes, est allongé, porte cinq paires de petits pléopodes rudimentaires, semblables dans les deux sexes, plus une paire d'uropodes plumeux et lancéolés, dont l'endopodite possède un otocyste volumineux et se termine par un telson échancré à son extrémité et armé d'une rangée d'épines courtes à sa partie distale.

» Ce Crustacé est donc parfaitement caractérisé comme Schizopode, quoique ses caractères morphologiques ne permettent pas de le faire rentrer dans aucune des quatre familles admises dans ce groupe. Il se rapproche des *Mysidæ* par la forme de la carapace, la structure de son troisième maxillipède, l'absence de véritables branchies et la présence des otocystes des uropodes; mais il s'en différencie nettement par le développement si considérable de son deuxième péréiopode, fait tout à fait exceptionnel dans tout le groupe : les appendices thoraciques, en effet, sont toujours plus simples et à peu près semblables chez les *Euphausiidæ*, tandis que dans les *Mysidæ* et les *Lophogastridæ*, la première paire seulement et,

dans les *Eucopiidæ*, les trois premières paires sont très légèrement modifiées en gnathopodes; de même les pléopodes, bien développés chez les *Lophogastridæ* et les *Eucopiidæ*, encore plus compliqués chez les *Euphausiidæ*, sont plus réduits chez les *Mysidæ* où fréquemment ils sont diversement modifiés dans les deux sexes : dans ce type nouveau ils sont tout à fait rudimentaires chez le mâle comme chez la femelle.

» Enfin le caractère éthologique du parasitisme, ou tout au moins d'un commensalisme caractérisé, distingue notre nouveau Schizopode de tous ses congénères qui, jusqu'ici, ne sont connus que comme franchement pélagiques, même les *Gnathophausiidæ* que l'on ne rencontre que dans les grandes profondeurs, mais toujours menant exclusivement la vie nageuse.

» Nous proposons pour ce genre nouveau, type d'une famille également nouvelle de Schizopodes, le nom de *Gnathomysis Gerlachei*, le dédiant au commandant Adrien de Gerlache. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'action des tannins et des matières colorantes sur l'activité des levures*. Note de M. A. **Rosenstiehl**, présentée par M. Roux.

« Les matières astringentes du jus de pommes exercent sur les levures une action entravante qui se résume ainsi :

» La fonction ferment est abolie, tandis que la faculté de reproduction est conservée. J'ai signalé (¹) ce fait singulier, il y a deux ans, sans pouvoir en indiquer la raison.

» Les études suivantes, faites sur la fermentation du jus rouge de raisins, montrent que certaines matières colorantes agissent comme les tannins et, en même temps, conduisent à une explication satisfaisante.

» 1. Les moûts rouges de raisins sont obtenus par un procédé que j'ai décrit en 1895 qui permet de préparer, avec le fruit à jus blanc et à peau noire, des moûts à la fois richement colorés, limpides et stériles (²) (³).

» Une levure introduite dans ce milieu se trouve, dès le début, en présence d'un maximum de matière colorante, et elle constitue la seule substance solide en suspension dans le jus.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 195.

(²) Brevet n° 249317.

(³) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 566, et t. CXXVIII, p. 1050.

» Ce sont deux conditions qui ne se retrouvent pas dans la vinification ordinaire en rouge, où la levure est mêlée aux matières solides du raisin et où la matière colorante ne se dissout que peu à peu.

» Ces conditions différentes permettent d'observer des réactions qui passent inaperçues dans la vinification ordinaire.

» 2. Le premier fait qui frappe c'est que le moût, richement coloré au début, se décolore visiblement pendant la fermentation. Cette décoloration est approximativement des quatre cinquièmes. Plus tard, quand la fermentation est terminée et que le vin a été soutiré, une partie de la couleur revient.

» Finalement, il manque les deux tiers de la coloration primitive (néanmoins le vin ainsi obtenu est plus coloré que ne l'est le vin témoin).

» 3. Il y a donc là deux causes de décoloration, l'une passagère, l'autre définitive. La décoloration passagère doit être attribuée à l'action hydrogénante des levures, qui est tellement énergique qu'elle forme de l'hydrogène sulfuré aux dépens du sulfate de magnésie ([1]). Les levures sont donc capables de transformer les matières colorantes du raisin en leucodérivés incolores, fait commun au plus grand nombre des matières colorantes : ces leucodérivés, instables en présence de l'air, se réoxydent et se recolorent ultérieurement, à la manière de l'indigo blanc : il n'y a pas lieu d'y insister ici.

» 4. Le fait qui est de beaucoup le plus intéressant est celui de la décoloration permanente. Car la matière colorante qui manque se retrouve dans les lies; non pas à l'état de précipité, mais elle est fixée sur la levure qui est teinte en beau rose foncé. L'examen microscopique ne laisse aucun doute à cet égard. Les levures se sont teintes, à peu près comme cela aurait eu lieu pour la soie, qui n'exige pour se teindre qu'une température peu élevée et un milieu faiblement acide : conditions qui se trouvent réalisées pendant la fermentation. Les lies sont loin d'être saturées. Agitées avec du vin rouge, elles en éclaircissent la couleur et, si on les jette sur un filtre, le liquide qui s'en égoutte est à peu près incolore.

» 5. Les faits qui précèdent ont été constatés pendant ces dernières années sur des milliers d'hectolitres de moûts rouges qui ont été convertis en vins. Les expériences suivantes en font encore ressortir la signification.

» Les bactériologistes savent que les levures se teignent aisément sur le porte-objet du microscope, avec les couleurs d'aniline, quand on les arrose

---

([1]) Nastukoff, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1895, p. 766.

avec la liqueur de Ziehl; mais, dans ce cas, les cellules sont en présence d'un grand excès de colorant et ce fait ne peut donner une idée de leur pouvoir absorbant considérable. Ce pouvoir ne s'exerce pas également sur les diverses classes de matières colorantes. Il est nul pour les matières azoïques, sauf pour celles dérivées de la benzidine : telle est la benzopurpurine. Il est faible pour les colorants du groupe phtaléine. Mais il est comparable à celui de la laine et de la soie, pour les corps des familles de l'acridine, thionine, safranine et rosaniline. La levure épuise totalement les bains, quand le poids de la matière colorante n'est que les 3 pour 100 du poids de la levure sèche.

» En présence d'un excès de matière colorante, le bain n'est plus décoloré, mais la levure absorbe jusqu'à 8 pour 100 de son poids de fuchsine et 5 à 6 pour 100 de vert malachite.

» 6. Cette attraction que la levure exerce sur certaines matières colorantes, elle l'exerce à un plus haut degré sur les matières astringentes. Sur 2^g de tannin ajoutés à 1^l de moût, il s'en retrouve à peine $0^g,2$ dans le vin après la fermentation (¹). Or les pigments des raisins sont de la famille des tannins. Non seulement ils en possèdent les caractères chimiques, mais aussi la constitution. Les tannins sont des dérivés du pyrogallol et les matières colorantes des raisins, d'après M. A. Gautier, sont des dérivés de la phloroglucine (²); l'un et l'autre sont des dérivés trihydroxylés de la benzine, donc isomères.

» 7. Cette absorption de la matière colorante par la levure, qui se fait à la façon d'une teinture, n'est pas sans entraver ses fonctions comme ferment. Il est facile de s'en rendre compte en vinification. Si l'on fait fermenter successivement de nouvelles portions de moût rouge avec une même partie de levure, les fermentations deviennent de plus en plus languissantes, et, après la cinquième culture, le sucre ne disparaît même plus au bout de quelques semaines, tandis que le dépôt de levure a augmenté visiblement.

» Ce qui précède explique le mécanisme de l'action entravante des tannins et des matières colorantes sur les levures. Elle est due à un phénomène de teinture. La substance de l'organisme vivant est modifiée par sa combinaison avec un principe immédiat puisé dans le milieu fermentescible.

(¹) COUDON et PACOTTET, *Revue de Viticulture*, t. XV, p. 121.

(²) A. GAUTIER, *Du mécanisme de la variation des êtres vivants* (*Hommage à Chevreul*, 1886. Alcan, Paris).

Il n'en est pas immédiatement tué, mais ses fonctions physiologiques en sont profondément altérées. La fonction ferment s'atténue puis disparaît. La faculté de reproduction résiste plus longtemps; par la teinture, les microorganismes vivants sont affaiblis dans leur activité caractéristique.

» Les microbes pathogènes jouissent de propriétés semblables vis-à-vis des matières colorantes, et cette propriété a été utilisée à l'Institut Pasteur pour en atténuer la virulence. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Mécanisme de synthèse d'une leucine isomère.* Note de MM. A. **Étard** et A. **Vila**, présentée par M. E. Duclaux.

« La plupart des auteurs pensent que la leucine vulgaire est un acide normal α-aminocaproïque

$$CH^3 - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH(AzH^2)CO^2H$$

d'après des expériences très incomplètes de Hüfner ([1]). D'autres, d'après Limpricht ([2]), Schülze et Likernik, estiment que la leucine dérivée du valéral exige la formule

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \rangle CH - CH^2 - CH(AzH^2)^2 - CO^2H.$$

» Mais il y a 31 leucines possibles et le mot de *valéral* n'a pas ici de sens, car il y a trois isomères de ce corps. Et en admettant qu'on fût parti d'un valéral connu, il faudrait encore montrer par quelle suite de transformations ce résultat a été obtenu.

» Nous nous sommes proposé de savoir quelle était la leucine de Limpricht et par quel mécanisme elle se produisait.

» D'après les travaux de M. Le Bel et ceux plus récents de M. Bémont ([3]), nous savons que la plus notable portion de l'alcool amylique est rotatoire. Du valéral actif préparé avec de l'alcool de M. Bémont et passant à 91-92 ne pouvait être normal ni diméthylé. C'était à l'état sensiblement pur le valéral

$$CH^3 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - COH$$

([1]) *Zeitschrift für Chemie*, t. IV, p. 391, et *Bull. Soc. chim.*, t. II, 1868, p. 454.

([2]) Limpricht, *Annalen*, t. XCIV, p. 243.

([3]) *Comptes rendus*, décembre 1901.

qu'on ne pouvait connaître dans les anciens travaux. Il convient de suivre les réactions à partir de cette origine, afin de ne pas laisser dans le vague un sujet simple de biologie et de connaître l'enchaînement des réactions.

» Quand on fait flotter ce valéral sur de l'ammoniaque à $d = 0,950$, cas le plus favorable, on obtient dans les vingt-quatre heures un rendement théorique de valérylure d'ammonium en losanges hydratés $C^5H^{10}O, AzH^3 + 8Aq$.

$$C = 24,9, \qquad H = 11,3, \qquad Az = 6,2, \qquad H^2O = 60,0.$$

» Ces cristaux, parfaitement blancs et polarisants, restituent à la distillation 40 pour 100 de valéral inaltéré et 60 pour 100 d'eau. Leur tension de dissociation est telle qu'il n'y a aucun moyen de les fixer et de donner une analyse très précise. La suite montrera qu'on peut se passer de cette analyse.

» Séchés à froid sur de la baryte, les cristaux donnent 40 pour 100 d'une huile fixe qui reprend de l'eau d'humidité en se solidifiant de nouveau.

» Le valérylure hydraté, additionné de la quantité théorique d'acide cyanhydrique anhydre, se liquéfie aussitôt. Une huile cyanée se forme en rendement théorique d'après l'équation

$$2(C^5H^{10}O, AzH^3 + 8Aq) + 2CAzH = C^{12}H^{18}Az^2 + 2AzH^3 + 16Aq.$$

Ce corps bout dans le vide à 115°-120°, sous 3^{cm}-4^{cm} de Hg; incolore avec une légère fluorescence bleue, il n'a pas de pouvoir rotatoire.

» *Analyse :*

$$C = 72,52, \qquad H = 12,16, \qquad Az = 16,02.$$

» Il ne s'agit pas, comme on le voit, d'un dérivé cyané α-aminé à deux azotes pour un valéral, mais d'une fonction particulière que l'on peut représenter par le schéma :

```
          /C
R — C<    |||
    |     \Az
    |       |
    |     /Az
R — C<    |||
          \C
```

» Cette matière fixe pour la formule ci-dessus 1 molécule de brome par addition simple, quand on agite en milieu chloroformique. Elle possède la qualité basique; en effet, quand on incorpore la dose prévue d'acide sulfurique à 50 pour 100, il se fait une combinaison solide. La matière ainsi obtenue, lavée à l'éther, dissoute dans l'eau, laisse déposer par évaporation spontanée de très beaux cristaux aciculaires.

» *Analyse :*

$$C = 44,68, \qquad H = 7,90, \qquad Az = 16,48, \qquad SO^4 = 32,0\text{-}31,9.$$

» Ce nouveau sel est fort amer, bien qu'il doive donner une leucine sucrée; sous sa forme cristallisée il a été soumis comparativement à l'hydrolyse chlorhydrique et sulfurique. Dans les deux cas, on a obtenu un fort rendement en leucine artificielle, mais il a été reconnu que l'acide sulfurique donnait de bien meilleurs résultats.

» La filiation de la leucine du valéral est donc établie à partir d'un sulfate pur qui vient d'être décrit. La leucine résultant de ce travail cristallise avec une extrême facilité, son goût fortement sucré et tenace la distingue bien de la leucine d'extraction. Son origine à partir d'un valéral défini, enfin sa solubilité plus grande, 5,8 pour 100 à 18°, montre par sa valeur double que c'est à tort qu'on a représenté cette substance comme identique avec la leucine des tissus, dont elle n'a que les apparences chimiques les plus superficielles.

» *Conclusions.* — La leucine qui dérive par synthèse de l'alcool amylique est différente de la leucine biologique. Elle se forme à la suite d'une série de réactions qui ont été contrôlées. La leucine de synthèse possède deux carbones asymétriques et, quand elle sera dédoublée, il y aura lieu de voir quelle sera son action sur les cellules qui d'ordinaire ne la produisent pas. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'extraction du bolétol.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« En étudiant le phénomène de bleuissement que présentent certains Bolets quand on les casse ou qu'on les froisse, j'ai mentionné l'existence, chez ces Champignons, d'un principe chromogène cristallisable, auquel j'ai donné, en raison de son origine et de sa fonction chimique, le nom de *bolétol* (¹).

» Plusieurs savants avaient déjà tenté l'extraction du chromogène des Bolets bleuissants, mais, par suite de difficultés spéciales que l'on comprendra mieux plus loin, ils n'avaient pu rassembler sur cette substance que des indications imparfaites.

» C'est ainsi que Schönbein voyait dans ce chromogène une sorte de résine incolore (²) tandis que Phipson le croyait analogue et peut-être même identique à l'aniline (³). Ludwig et Gonnermann n'ont pu l'obtenir à l'état pur, mais ils ont vu que ce corps, pour eux de nature azotée, ne présentait ni les réactions de l'aniline ni, comme le croyait Rabenhorst, celles d'un composé de l'acide cyanhydrique (⁴).

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 1233.

(²) *Philosophical Magazine*, t. II, 4ᵉ série, 1856, p. 137-141.

(³) *Comptes rendus*, t. LI, 1860, p. 107. — *Journ. Soc. Sc. méd. nat. de Bruxelles*, 1860, et *Chemical News*, t. XXV, 1872, p. 301.

(⁴) *Archiv der Pharmacie*, 2ᵉ série, t. CXLIX, 1872, p. 107-117.

» Le bolétol ne contient pas d'azote. A l'état cristallisé, il est d'un beau rouge vif, et rappelle l'alizarine. En solution concentrée, il présente la même couleur mais, si l'on dilue beaucoup, la solution devient peu à peu jaune d'or, puis jaune pur. C'est sous cette dernière couleur que le bolétol apparaît toujours dans les Bolets qui en contiennent. Aussi est-il curieux que les divers observateurs ayant étudié les Bolets bleuissants aient cru que la chair de ces Champignons était d'abord blanche. Quand on casse un de ces Champignons et qu'on observe le changement de couleur immédiatement, on voit avec la plus grande netteté le tissu passer du jaune au vert avant de devenir bleu. Un peu plus tard, la couleur bleue disparaît et seulement alors le tissu devient blanc ou grisâtre ([1]).

» Le bolétol n'existe chez les Champignons qu'en très petite quantité : 5^g à 10^g au plus par 100^{kg}, encore cette petite quantité diminue-t-elle assez vite après la cueillette. Pour préparer le bolétol je m'arrangeai donc de manière à revenir de mes excursions au laboratoire avant la fin de la journée. Les Champignons étaient alors coupés en petits morceaux et ceux-ci jetés au fur et à mesure dans de l'alcool bouillant. Après un quart d'heure de chauffage, les réactions diastasiques étant arrêtées, je pouvais éteindre le feu et remettre la suite des opérations au lendemain.

» La préparation du bolétol est un peu délicate. Elle repose sur quelques propriétés physiques assez particulières et voici comment on peut l'exécuter :

» Les Champignons, aussi frais que possible, sont divisés et mis à bouillir avec de l'alcool, comme il a été dit plus haut. On prend cinq parties d'alcool à 95 pour 100 pour une de Champignons. L'ébullition est maintenue une demi-heure pour détruire les oxydases et dissoudre complètement le bolétol. Sans refroidir, on passe à travers une toile métallique fine; on presse les morceaux de Champignons et les liquides réunis sont précipités par l'acétate neutre de plomb. Après refroidissement, on complète la précipitation par quelques centimètres cubes d'acétate basique. Le précipité plombique, jaune, est recueilli, lavé, puis délayé dans une petite quantité d'eau froide renfermant 10 pour 100 d'acide chlorhydrique. Une partie du bolétol passe en dissolution avec d'autres corps organiques. Après filtration à la trompe, on peut l'extraire du liquide par agitation avec de l'éther. Dans les conditions où nous sommes placés, le bolétol est très soluble dans l'éther, mais, comme l'eau le retient très énergiquement, il faut faire plusieurs extractions. Chaque fois, l'éther décanté est filtré, puis distillé. Il reste un sirop rouge-sang qu'on abandonne dans une capsule à l'évaporation complète.

([1]) Le bolétol existe aussi chez certaines espèces de Bolets (par exemple : *Boletus subtomentosus* L., *B. chrysentheron* Bull., etc.) dont la chair, d'un jaune pâle, peut être exposée à l'air sans devenir bleue. Ces espèces, à peu près dépourvues de laccase, sont également utilisables pour la préparation du bolétol.

» Le résidu, repris par l'eau froide, cède généralement à celle-ci tout son bolétol tandis qu'il reste une certaine quantité de cristaux peu colorés et difficilement solubles qu'on sépare par le filtre. La solution aqueuse est de nouveau concentrée dans le vide à consistance de sirop. Quelquefois le bolétol cristallise, sinon l'on ajoute un peu d'acide chlorhydrique et, en vingt-quatre heures, le sirop se transforme en une bouillie grenue. On essore et l'on recristallise dans l'eau par évaporation à sec. Quelques impuretés se séparent dans les zones extérieures, qu'on met à part; on recueille la portion centrale, d'une couleur rouge vif, et on la purifie par de nouvelles cristallisations.

» Cette méthode ne donne qu'une partie du bolétol. Pour obtenir le reste, il faut traiter le précipité plombique par l'éther. On dissout ainsi une assez forte proportion de matières grasses qui retenaient le corps cherché en dissolution. Quand l'éther a été chassé par distillation, on épuise le résidu gras par l'eau chaude : le bolétol se dissout alors dans un grand état de pureté. On filtre aprés refroidissement sur un filtre mouillé; on concentre dans le vide la solution aqueuse et l'on en retire le bolétol par agitation avec de l'éther.

» Le bolétol obtenu dans cette dernière partie de la préparation est de beaucoup le plus facile à obtenir pur, à cause de l'action dissolvante presque spécifique des matières grasses. Aussi doit-on chercher à retenir, au moins momentanément, la plus grande quantité possible de bolétol à l'état de dissolution dans la graisse de Champignons. On emploie donc assez d'alcool pour que le titre final du liquide d'extraction reste suffisamment élevé et l'on traite ce liquide par le plomb lorsqu'il est encore chaud; le précipité entraîne alors la quantité maxima de matières grasses.

» Le bolétol cristallise en fines aiguilles. A cet état, il est peu soluble dans l'eau froide, relativement peu soluble aussi dans l'éther et l'alcool froids. Si l'on chauffe à l'ébullition, il se dissout au contraire en grande quantité dans tous ces liquides, mais, comme le dioxyacétone (1), il reste entièrement dissous lorsqu'on refroidit; il faut évaporer de nouveau à sec pour qu'il recristallise. Cette particularité laisse supposer que le bolétol existe aussi sous deux états d'agrégation moléculaire différents, dont le plus simple est seul très soluble. Les impuretés qui accompagnent le bolétol et qui sont relativement abondantes quand les Champignons sont traités trop tard après la récolte, retardent beaucoup l'agrégation des particules qui conduit à la forme cristalline. C'est à combattre leur effet qu'est destinée l'addition d'un peu d'acide chlorhydrique au sirop de bolétol brut. »

---

(1) Gabriel Bertrand, *Sur quelques propriétés de la dioxyacétone en relation avec le poids moléculaire* (*Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 341).

PATHOLOGIE. — *Sur la fracture de l'avant-bras, dans la mise en marche des moteurs d'automobiles.* Note de M. **H. Soret**, présentée par M. Lannelongue.

« Les journaux de sport ont parfois signalé cet accident qui consiste, le plus souvent, dans la fracture classique de l'extrémité inférieure du radius par arrachement dû au ligament antérieur du poignet. L'os cède et non le ligament.

» Dans le cas que je signale ici, la radiographie montre la fracture à la réunion du tiers moyen et du tiers inférieur de l'os. Il s'agit d'une fracture par choc direct de la manivelle sur la face externe de l'avant-bras, sans exclusion, toutefois, d'une extension exagérée et brusque de la main, amenant, par l'action du ligament antérieur, l'arrachement de l'apophyse styloïde du cubitus.

» Cette double action s'est produite au moment où l'explosion due à l'allumage a, *par suite de l'avance de cet allumage,* chassé violemment le vilebrequin en arrière sans que la manivelle puisse se dégager, une pression énorme s'étant produite de la façon la plus fâcheuse, c'est-à-dire au moment où le bras, poussant sur la manivelle, allait de haut en bas.

» On peut dire que le radius ayant cédé sous le choc direct de la manivelle a absorbé la majeure partie de la force vive de ce choc, préservant ainsi l'os de l'arrachement qui se produit si souvent par la seule répulsion de la manivelle en arrière, tandis que le cubitus, n'ayant pas reçu le choc direct, a cédé seulement à l'action du ligament sur son apophyse styloïde.

» *En résumé,* il y a eu *fracture directe de la diaphyse du radius* et *fracture indirecte de la partie épiphysaire du cubitus.*

» Dans ce cas, où les deux fractures apparaissent comme dues à un mécanisme différent, l'avant-bras ne présentait guère de déformation, le corps du cubitus intact formant attelle. Une deuxième radiographie représente la situation après la réduction, dans l'appareil plâtré. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte du Mammouth et d'une station paléolithique dans la Basse-Provence.* Note de M. Repelin, présentée par M. Michel Lévy.

« Jusqu'à ce jour les stations considérées comme paléolithiques dans notre région étaient plus que douteuses (1), et aucune d'elles n'avait

(1) Voir: M. de Gérin-Riçard, *Statistique préhistorique et protohistorique des*

fourni d'objets préhistoriques pouvant être attribués à une période plus ancienne que le Magdalénien. Les gisements paléolithiques connus les plus rapprochés de notre région étaient ceux du Ventoux [*Baoumo des Peyrards* ([1]), *Caromb dans le Vaucluse* ([2]), etc.], qui n'ont fourni d'ailleurs aucun vestige d'animaux et où les objets sont presque toujours dans des alluvions.

» M. Thieux a été assez heureux pour découvrir enfin, le premier, des objets nettement chelléo-moustériens, associés à une dent d'*Elephas primigenius*. Sa découverte est restée plus de trois ans inédite; ce n'est que le 2 janvier qu'il a apporté, sur ma demande, à la Faculté des Sciences, *les gros silex à retouches grossières et la dent d'Éléphant.*

» La station se trouve entre Brignoles et Roquebrussanne, à 4^{km} environ au nord-est de ce dernier village. C'est, ou plutôt c'était, un abri sous roche. La masse en surplomb s'est effondrée, en effet, il y a peu de temps, entraînant avec elle une notable partie de la couche archéologique. C'est la partie restée en place qui a fourni ces précieux vestiges de l'époque glaciaire. L'abri était dans les calcaires du Bajocien et, selon toutes probabilités, les haches ont été taillées sur place dans les rognons de silex intercalés dans ces calcaires. M. Vasseur, en les examinant avec soin, y a découvert un petit fragment de coquille marine. Ils ne peuvent donc pas appartenir au Tertiaire ni au Crétacé supérieur de la région qui sont saumâtres ou d'eau douce et dont les affleurements sont fort éloignés de là.

» Les pièces découvertes sont au nombre de sept, comprenant :

» 1° Un gros silex taillé en forme de coup de poing chelléen et se rapprochant assez par sa forme générale des haches amygdaloïdes de Nety et de Courcelles (Rhône) ([3]).

» Les retouches sont assez nombreuses et réparties sur les deux faces dont l'une est bombée, l'autre aplatie. Le bord est tranchant sur toute la partie antérieure.

» Dimensions : 17^{cm} de long sur 8^{cm} de large.

» 2° Un autre silex à patine blanchâtre et analogue au précédent.

» Dimensions : $16^{cm},5$ de long sur 7^{cm} de large.

» 3° Un troisième offre un outil plus léger mais encore semblable aux précédents.

Bouches-du-Rhône, du Var et des Basses-Alpes; E. Fournier, *Les stations préhistoriques des environs de Marseille* (*L'Anthropologie,* janvier 1896); E. Fournier, *Les cavernes des environs de Marseille* (*Bull. Soc. de Spéléologie,* 1897); E. Fournier et Repelin, *Recherches sur le préhistorique de la Basse-Provence* (*Annales de la Faculté des Sciences de Marseille,* 1901).

([1]) De Mortillet, *Le Préhistorique.*

([2]) E. Chantre, *L'homme quaternaire dans le bassin du Rhône,* 1901, p. 45.

([3]) E. Chantre, *L'homme quaternaire dans le bassin du Rhône,* p. 40 et 41.

» Dimensions : 14^{cm} de long, 4^{cm} de large vers la partie antérieure, 7^{cm} vers la partie postérieure.

» 4° Le dernier est taillé en forme de ciseau grossier à section vaguement trapézoïdale avec retouches non seulement sur les deux faces qui sont presque planes, mais encore sur les parties latérales qui, loin d'être tranchantes, sont au contraire épaisses et aplaties.

» Dimensions : 12^{cm} de long sur 4^{cm} ou 5^{cm} de large.

» 5° Un frontal d'homme presque entier ne présente, à un premier et rapide examen, rien de saillant. A peine peut-on dire qu'il paraît un peu déprimé.

» 6° Une petite portion de maxillaire inférieur humain, du côté gauche, montre les deux arrière-molaires très développées.

» 7° La dernière pièce que nous ayons à signaler est une portion de molaire de Mammouth.

» *Conclusions.* — Les silex taillés de Roquebrussanne peuvent être comparés à ceux du Chelléen vrai et du Chelléo-moustérien. Mais la présence du Mammouth tranche la question en faveur de cette dernière sous-période.

» Ainsi la lacune qui paraissait exister en Provence pour le Paléolithique vient d'être en partie comblée. La Provence n'est pas une exception, une région isolée des autres.

» La présence du Mammouth en Provence étonnera ceux qui pensaient que ce Proboscidien n'avait pas dépassé vers le sud la vallée du Rhône et celle de la Durance. Elle nous montre qu'il n'y a pas lieu de croire que le climat de notre région, pendant la période glaciaire, fût trop chaud pour permettre aux animaux de la faune froide de s'acclimater. Si la température a été douce en Provence pendant l'ère quaternaire, c'est à l'époque du dépôt des tufs des Aygalades à *El. Antiquus* (époque préglaciaire). Mais le climat, pendant la période glaciaire proprement dite, a dû être assez froid pour permettre l'invasion de la faune froide.

» Les deux découvertes que nous signalons aujourd'hui viennent donc jeter un jour nouveau sur l'histoire de la Provence quaternaire et de ses habitants. »

HYDROLOGIE. — *Sur la structure des réseaux hydrographiques souterrains dans les régions calcaires.* Note de M. E. Fournier, présentée par M. Michel Lévy.

« Des expériences de coloration à la fluorescéine, faites dans le but d'étudier le mode d'alimentation des sources vauclusiennes de la région du Jura, nous ont permis de constater certains phénomènes inattendus qui

jettent un jour tout nouveau sur le régime des réseaux hydrographiques souterrains des régions calcaires.

» De nombreuses explorations spéléologiques dans les gouffres, les cavernes et jusque dans le lit souterrain des rivières qui alimentent les résurgences, nous ont mis à même de vérifier *de visu* les phénomènes que nous nous proposons de décrire sommairement ici.

» I. *Expériences exécutées dans le bassin fermé de Saône et de Nancray* (*Doubs*). — Les épidémies de fièvre typhoïde, qui sévissent périodiquement à Besançon, ont, depuis longtemps déjà, attiré l'attention des hygiénistes sur l'origine de la source d'Arcier qui alimente la ville.

» Une première expérience, exécutée par MM. les Drs Toinot et Magnin, sur les eaux qui se perdent dans l'entonnoir de Nancray, fit voir que ces eaux venaient ressortir en partie à la source d'Arcier, en partie à la source du Grand-Vaire qui est située à 4^{km} environ en amont d'Arcier dans la vallée du Doubs.

» En 1899, voulant éclaircir d'une façon définitive la question de l'exutoire des marais de Saône, nous colorâmes, à l'aide de 2^{kg} de fluorescéine, les eaux qui s'engouffrent dans le Creux-sous-Roche. Cette expérience fut faite en eaux basses. Une quinzaine de jours après, la coloration réapparaissait à la source du Maine près Cléron, dans la vallée de la Loue. Pendant tout ce temps les sources d'Arcier soigneusement observées ne présentèrent aucune trace de coloration.

» L'expérience de coloration du Creux-sous-Roche vient d'être renouvelée par M. Janot, directeur du service des eaux de la ville de Besançon, à l'aide de 3^{kg} de fluorescéine, les eaux étant un peu plus hautes que lors de l'expérience précédente, et, à notre grand étonnement, la coloration est venue ressortir à Arcier, avec une netteté parfaite. Une autre coloration, faite à la Fontaine du Grand-Saône, a coloré également les eaux du Creux-sous-Roche et d'Arcier.

» Enfin, une expérience, faite par nous dans la rivière souterraine du Puits de Chin-Chin, a montré que cette rivière alimentait la source du Grand-Vaire qui avait déjà été colorée lors de l'expérience de Nancray.

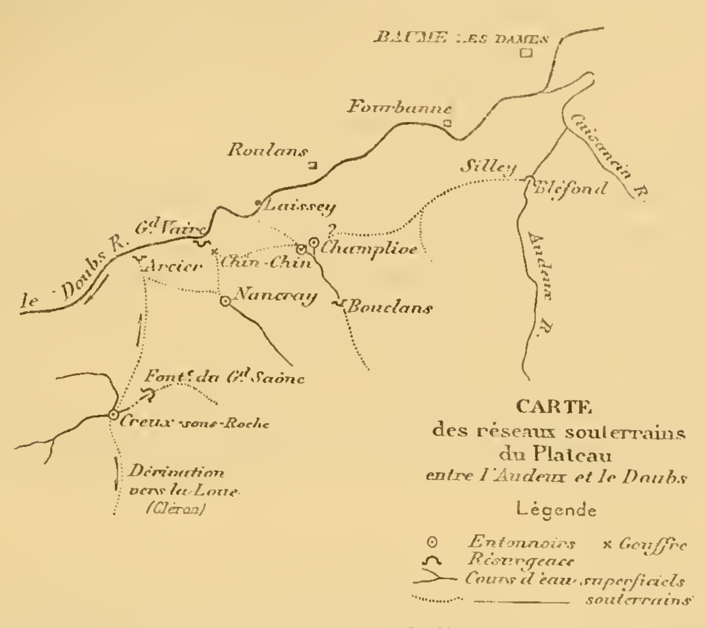
» Il résulte de ces constatations :

» 1° Qu'une même perte d'eau peut alimenter des ruisseaux souterrains appartenant à deux bassins différents ou ayant des exutoires éloignés. Exemple : le Creux-sous-Roche qui déverse ses eaux vers la Loue et vers Arcier ; l'entonnoir de Nancray qui les déverse vers Arcier et vers le Grand-Vaire ;

» 2° Qu'une dérivation vers un exutoire peut se produire en eaux fortes, en eaux moyennes et ne pas se produire en basses eaux ;

» 3° *Que les réseaux hydrographiques souterrains des terrains calcaires sont anastomosés d'une manière complexe* ainsi que le montre le schéma ci-après qui résume les constatations faites. Nous avons ajouté sur ce schéma les pertes de Champlive dont nous n'avons pas encore terminé l'étude

mais sur lesquelles nous avons pourtant des données assez complètes pour pouvoir présumer la position de leurs résurgences.



» II. *Expériences faites aux environs de Salins.* — Les expériences exécutées dans le gouffre du Gros-Gadeau, près de Salins, ont donné des résultats qui confirment d'une façon absolue les considérations que nous venons d'exposer. Le 26 mai 1901, nous avons versé 1500^{g} de fluorescéine dans le ruisseau englouti par le gouffre. La coloration ressortait avec netteté le 28 dans les fontaines de Saizenay; les eaux avaient, à ce moment, un débit assez fort. Une seconde expérience, faite en eaux basses, *n'a pas coloré* les eaux de Saizenay, mais par contre a coloré d'une façon très nette un ruisseau situé en aval.

» Nous pourrions multiplier les exemples ; des phénomènes analogues ont été constatés par nous partout où nous avons fait une série d'expériences de coloration.

» III. *Réapparition de coloration au moment d'une crue.*— L'entonnoir de Clucy, près Salins, ayant été coloré une première fois en eaux basses, la coloration ressortit très faible à la source de Gouaille située en aval. Une huitaine de jours après, à la suite d'une crue, la coloration réapparaissait à Gouaille avec une intensité beaucoup plus grande. Une deuxième expérience permit de constater le même phénomène. Enfin, tout récemment, dans les expériences de coloration de Saône, nous avons pu constater la réapparition de la coloration au bout de 10 jours, à la suite d'uue crue.

» Ces constatations ont une importance capitale au point de vue de l'hygiène ; elles démontrent qu'en basses eaux les produits des infiltrations de surface s'accumulent dans des galeries-réservoirs, momentanément

isolées du réseau souterrain. Dès que les eaux augmentent, ces galeries-réservoirs viennent déverser leurs produits dangereusement contaminés dans l'émissaire principal du réseau. Nous avons pu vérifier le fait *de visu*, dans plusieurs explorations souterraines, notamment dans le déversoir du lac de l'Abbaye de Grandvaux que nous avons exploré en compagnie de MM. Martel, Janet, Magnin, Maréchal et Biaud.

» *Conclusions.* — Les réseaux hydrographiques souterrains des régions calcaires sont donc tous dans un cycle *excessivement instable;* ils sont *anastomosés,* leur régime varie constamment en même temps que varie l'intensité des précipitations atmosphériques; les phénomènes de capture peuvent s'y produire avec une grande facilité; en outre, il existe dans ces réseaux des cavités-réservoirs qui ne se déversent dans le réseau principal que pendant les crues. La qualité des eaux d'origine vauclusienne est donc essentiellement variable comme leur régime et, dans la plupart des cas, on doit les écarter d'une façon absolue dans tous les projets d'alimentation en eau potable. »

M. **Branly** adresse, par l'intermédiaire de M. *H. Poincaré*, une réclamation à propos de la Notice sur la télégraphie sans fil, publiée par M. *H. Poincaré* dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1902.

C'est par erreur que le *tube à limaille,* employé dans la télégraphie sans fil comme récepteur des ondes hertziennes, est présenté dans cette Notice comme ayant eu *deux* inventeurs : M. Branly et M. Lodge.

Comme l'atteste une lettre de M. Lodge à M. Branly, du 8 janvier 1899, M. Lodge ne revendique aucune part dans la découverte que M. Branly a faite, en 1890, de l'action que les étincelles électriques exercent à distance sur les limailles métalliques.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 20 JANVIER 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE NAUTIQUE. — *Sur l'emploi des Distances lunaires à la mer.* Note de M. E. Guyou.

« La méthode des Distances lunaires, dont l'introduction dans la pratique de la navigation date de 1767, et qui était encore en honneur chez les marins au milieu du siècle dernier, est tombée aujourd'hui complètement en désuétude.

» Ce n'est pas qu'elle ne soit susceptible de rendre encore d'utiles services à la navigation ; un observateur exercé, muni d'un bon instrument, pourrait, en effet, en déduire sa longitude avec une approximation de 20 à 30 secondes d'heure, telle par conséquent que la région d'incertitude soit moins étendue que l'espace que peut embrasser l'œil d'un marin élevé d'une quinzaine de mètres au-dessus de la mer. Mais la multiplication des chronomètres, les perfectionnements apportés à ces instruments, la diminution de durée des traversées ont rendu si rares les occasions d'appliquer cette méthode qu'il n'y a plus aujourd'hui d'observateur exercé, et l'instrument qui était autrefois exclusivement consacré aux distances lunaires, le cercle de Borda, a été définitivement abandonné par les marins.

» Il arrive bien encore de temps à autre que quelques jeunes officiers observent et calculent une distance lunaire à titre d'exercice; mais les résultats qu'ils obtiennent sont si peu satisfaisants qu'aucun d'eux ne renouvelle l'épreuve.

» Il résulte de là que, depuis plusieurs années, les nombreuses distances que publie la *Connaissance des temps* restent pratiquement sans emploi. On avait néanmoins continué à fournir ces éléments en prévision de cas toujours possibles où des navires ayant perdu leurs chronomètres n'auraient plus d'autre ressource que la méthode des Distances pour déterminer leurs longitudes. Mais cette raison ne suffirait à justifier la conservation des distances que si ces éléments étaient indispensables à l'application de la

méthode. On sait qu'il n'en est rien; ils servent seulement à abréger les calculs, et l'on peut même ajouter qu'aujourd'hui, grâce aux perfectionnements apportés aux Éphémérides de la Lune, le calcul économisé aux marins est devenu très simple.

» Le Bureau des Longitudes a pensé que le travail qu'exigeait chaque année la prédiction des distances lunaires n'était plus en proportion raisonnable avec le profit très aléatoire qu'en pourraient tirer les marins, et, après avoir pris l'avis du Ministre de la Marine, il a décidé la suppression de ces éléments de la *Connaissance des temps.* Le prochain Volume qui paraîtra, celui de 1905, ne les contiendra plus.

» A partir de cette époque, les marins qui voudront appliquer la méthode des distances lunaires auront donc à résoudre avec les éphémérides ordinaires le problème suivant : *Calculer l'heure de Paris correspondant à une distance donnée.*

» Ce problème peut être résolu de diverses manières. La première solution qui vienne à l'esprit consiste à calculer, pour l'heure approchée toujours connue, la valeur de la distance, et à déterminer la variation de cet élément dans l'unité de temps, soit en appliquant des formules différentielles, soit en calculant une seconde distance pour un instant voisin du premier. On obtient ensuite aisément, en interpolant par parties proportionnelles, la correction à apporter à l'heure approchée. Mais le procédé suivant conduit au résultat par des calculs plus simples :

» Nous désignerons par δ et δ' les distances polaires de la Lune et du second astre pour l'instant approché t_1, par v et v' les variations de ces éléments en secondes de degré par minute de temps, par P l'excès de l'ascension droite de la Lune sur celle du second astre, par α et α' les variations des ascensions droites en secondes d'heure par minute de temps, et enfin par Δ la distance vraie donnée.

» Les valeurs de δ, δ' et P étant calculées pour l'instant t_1, on détermine, par la formule usuelle :

$$\sin^2\frac{P'}{2}=\frac{\sin(S-\delta)\sin(S-\delta')}{\sin\delta\sin\delta'}\qquad\text{avec}\qquad \Delta+\delta+\delta'=2S,$$

la valeur de l'angle au pôle du triangle formé par le pôle et les deux astres.

» La valeur de P' ainsi calculée sera, en général, différente de la valeur de P calculée au début, parce que l'heure t_1 employée pour le calcul de P, δ et δ' ne correspondra pas à l'instant de la distance Δ. Il reste donc à calculer la correction à apporter à t_1 pour que la différence P — P' s'annule.

» Or, si l'on désigne par p et p' les variations en secondes d'heure que subit la valeur calculée P' pour des augmentations de 1 seconde de degré sur δ et δ', la variation que subira P' pour un accroissement d'une minute apporté à t_1 sera

$$pv+p'v';$$

d'un autre côté, la valeur P_1 calculée au début augmente, dans ce même cas, de $\alpha-\alpha'$; par conséquent, pour une minute d'accroissement apporté à t_1 la différence P — P'

variera de

$$\alpha - \alpha' - (pv + p'v').$$

» Par suite, la correction x en minutes de temps, à apporter à t_1 pour annuler cette différence, sera, en grandeur et signe,

$$x = -\frac{P - P'}{\alpha - \alpha' - (pv + p'v')}.$$

» Les quantités p et p' s'obtiennent par les différences logarithmiques.

» Voici une application de ce procédé à l'exemple donné dans la *Connaissance des temps* de 1904 (p. 800):

» *Calculer l'heure moyenne de Paris correspondant à la distance* 16° 14′ 50″ *de la Lune à Antarès le* 27 *mai* 1904. *On sait que cette heure est voisine de* $22^h 28^m$.

Éphémérides à $22^h 28^m$, *le* 27 *mai* 1904.

	Ascensions droites.	Variations pour 1^m.	Déclinaisons.	Variations pour 1^m.
Lune	$15^h.34^m.12^s,92$	$+2^s,2986 = \alpha$	$-14°.44'.36'',8$	$-6'',619 = v$
Corr. Newc..	$-1,93$		$+5,3$	
	$15.34.10,99$		$-14.44.31,5$	
Antarès.....	$16.23.34,09$	$0 = \alpha'$	$-26.13.06,8$	$0 = v'$
P	$-0.49.23,10$	$\alpha - \alpha' = 2^s,2986$		

		Log. tabulaires.	Part. prop.	Diff. log.
Distance Δ =	$16°.14'.50''$			
Dist. pol. δ =	$75.15.28,5$	colog sin = 0,014 5418	-48	$d_1 = 56$
Dist. pol. δ' =	$63.46.53,2$	colog sin = 0,047 1550	-33	$d'_1 = 103$
2S =	$155.17.11,7$		-81	
S =	$77.38.35,8$			
S − δ =	$2.23.07,3$	log sin = $\bar{2}$,619 2909	$+151$	$d_2 = 5050$
S − δ' =	$13.51.42,6$	log sin = $\bar{1}$,379 4308	$+222$	$d_3 = 854$
		Somme = $\bar{2}$,060 4185	$+373$	
		Part. pr. = +292		
		= $\bar{2}$,060 4477		$2d_1 + d_2 - d_3 = +4308$
$\frac{P'}{2}$ =	$-6.09.15,6$	$\bar{1}$,030 2238		$2d'_1 + d_3 - d_2 =$ »
P′ =	$-12.18.31,2$	1136		$d_4 = 1952$
=	$-0^h 49^m 14^s,08$	1102		
P − P′ =	$-9^s,02$			
δt_1 =	$9.02 : 2,79 = 3,23$			
=	$+3^m 14^s$			
t_1 =	$22^h 28^m 0^s$			
t =	$22^h 31^m 14^s$			

$$pv = \frac{2d_1 + d_2 - d_3}{30 d_4} v = -0^s,487,$$

$$p'v' = \frac{2d'_1 + d_3 - d_2}{30 d_4} = 0,$$

$$\alpha - \alpha' - pv - p'v' = +2^s,786.$$

» C'est le résultat que donne la *Connaissance des temps* de 1904, p. 801. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés de la chaux en fusion.* Note de M. **Henri Moissan**.

« L'emploi du chalumeau à hydrogène et à oxygène permit à Robert Hare, en 1802, d'obtenir des températures plus élevées que celles des fours industriels les plus puissants. Ce savant a indiqué le premier que la chaux pouvait être fondue au moyen du chalumeau, sans nous donner aucun détail sur la pureté de l'oxyde de calcium qu'il avait employé dans ses recherches ([1]). Cette expérience n'a pas été répétée, et depuis un siècle la chaux a été regardée comme une des substances les plus réfractaires que nous possédions. Deville et Debray l'ont utilisée très heureusement pour construire le petit four à reverbère dans lequel ils fondaient et affinaient le platine ([2]).

» Nous avons repris cette étude en partant d'une chaux de marbre très pure, préparée au laboratoire, complètement exempte de silicium, et ne renfermant que des traces de fer et d'aluminium. Nous avons démontré antérieurement que la présence de la silice et de l'alumine augmente la fusibilité de la chaux ([3]).

» Lorsque l'on maintient un fragment de chaux pure à l'extrémité du dard bleu du chalumeau alimenté par l'oxygène et le gaz d'éclairage, on n'obtient pas la fusion de la chaux. Cependant, à cause de la tension de vapeur du corps solide à cette température un peu supérieure à 1800°, la partie fortement chauffée se recouvre d'une cristallisation bien nette. Nous avons varié cette expérience en chauffant pendant 1 heure avec un semblable chalumeau des fragments de chaux dans un petit four à reverbère en chaux vive, et nous n'avons jamais obtenu le phénomène de fusion. Dans la partie cylindrique où s'engageait l'extrémité conique du chalumeau de Deville et Debray, nous avons trouvé parfois de fines aiguilles de chaux cristallisée; mais, examinée au microscope, aucune ne présentait trace de fusion.

» Si l'on répète ces expériences au moyen d'un chalumeau de Deville et

---

([1]) Robert Hare, *Memoir on the supply and application of the Blow-pipe*, 1802 (*Phil. Mag.*, t. XIV, p. 238-245, 298-306, et *Ann. de Chim.*, t. XLV, 113-138).

([2]) H. Sainte-Claire Deville et Debray, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LVI, p. 385-496.

([3]) H. Moissan, *Le four électrique*, p. 32.

Debray alimenté par du gaz oxygène et du gaz hydrogène à peu près secs, on n'obtient pas encore la fusion de la chaux. La cristallisation par volatilisation est plus abondante, ce qui témoigne d'une température plus élevée, mais la chaux ne prend pas nettement l'état liquide. La température doit cependant être très voisine de celle du point de fusion. Une petite quantité d'un oxyde métallique, d'un silicate ou de silice produit un commencement de fusion, mais ce dernier est toujours superficiel.

» Au contraire, si le mélange des deux gaz hydrogène et oxygène est intime et si l'on emploie exactement 2^{vol} d'hydrogène et 1^{vol} d'oxygène mélangés au préalable, on arrive, en faisant brûler le gaz tonnant à l'extrémité d'un tube, à fondre une petite quantité de chaux vive. Tout autour de la partie fondue qui a pris l'aspect de la cire, on voit qu'il s'est formé une cristallisation bien nette.

» Cette dernière expérience démontre bien quelle est l'importance d'un mélange intime des deux gaz lorsque l'on veut obtenir le maximum de température au moyen du chalumeau à oxygène.

» Nous avons aussi poursuivi quelques essais avec un chalumeau de forme spéciale, alimenté par l'oxygène et l'acétylène. Nous avons obtenu de même que précédemment un feutrage de cristaux sans trace de fusion. La température produite par la combustion de l'acétylène par l'oxygène n'est donc pas plus élevée que celle du chalumeau de Deville et Debray.

» De même avec un chalumeau à oxygène et à oxyde de carbone nous avons pu fondre du platine, mais il nous a été impossible de produire la fusion de la chaux vive.

» Humphry Davy a démontré le premier que la chaux fondait au contact de l'arc électrique. Ainsi que nous l'avons indiqué antérieurement, la fusion de la chaux s'obtient avec une grande facilité dans notre four électrique. Cependant, on n'arrive à une fusion complète, bientôt suivie d'une franche ébullition, qu'avec un arc de 300 ampères sous 50 à 70 volts.

» Avec un arc de 1000 ampères, ce dernier creuse, dans le four en chaux, par fusion et par volatilisation, une cavité ovoïde entourée de chaux fondue. Dans ces conditions, les expériences se font à une température constante, qui est celle de l'ébullition de la chaux vive.

» Pour exécuter nos nouvelles expériences, nous prenons un four à cavité assez grande dans lequel nous plaçons plusieurs centaines de grammes de chaux vive et pure à la place du creuset, en ayant bien soin de ne fondre que la partie superficielle de cette chaux pure.

» Il est facile, dans ces conditions, d'amener 500^g de chaux en fusion,

puis en ébullition. Si cette ébullition dure une dizaine de minutes, on retrouve dans toutes les parties moins chaudes du four, sur le pourtour inférieur du couvercle, ou bien entre les morceaux de chaux pure qui n'ont pas été fondus, une abondante cristallisation de chaux vive.

» Ces cristaux, dont certains peuvent mesurer de 2^{mm} à 3^{mm} de côté, offrent différents aspects. Quelques-uns se présentent en cubes ou en parallélépipèdes rectangles absolument transparents, d'autres en fines aiguilles tantôt opaques, tantôt transparentes.

» Si nous examinons ces cristaux au microscope, on reconnaît qu'aucun d'eux n'agit sur la lumière polarisée. Les faces supérieures des cristaux nous ont donné sur la plate-forme du microscope un angle qui a varié entre 89°64′ et 90°30′. Les aiguilles sont formées de chapelets de petits cubes superposés. Enfin on rencontre aussi des dendrites dont les pointements sont terminés par des cristaux à apparence cubique. En résumé, cette chaux cristallisée préparée par condensation de la vapeur appartient au système cubique. Nous ajouterons que des cristaux de cette chaux préparés dans le baume de Canada se sont brisés six mois plus tard en fournissant des fragments transparents qui agissaient vivement sur la lumière polarisée. Ce fait semble indiquer que la chaux anhydre est dimorphe.

» Un autre phénomène important nous a été présenté par cette chaux cristallisée. La chaux pure qui a servi à ces recherches avait été préparée par calcination, à 1500° dans un four à vent, du marbre dont nous avons parlé plus haut. La densité de cette chaux, prise avec soin dans l'essence de térébenthine, était de 3,29, 3,30, 3,31, soit une moyenne de 3,30.

» La densité de la chaux cristallisée est supérieure. Nous avons trouvé les chiffres de 3,39, 3,39, 3,42, soit une moyenne de 3,40. Ce résultat semble donc indiquer une polymérisation de la chaux plus faible, mais analogue à celle qui a été indiquée par M. Ditte pour la magnésie [1].

» Nous n'avons jamais rencontré de chaux cristallisée de densité inférieure.

» Nous avons alors déterminé les chaleurs de neutralisation de la chaux amorphe et de la chaux cristallisée par l'acide chlorhydrique dans le calorimètre de M. Berthelot, mais nous n'avons pas trouvé de différence sensible pour ces deux variétés. Du reste, la même expérience avait déjà été

---

(1) Ditte, *De l'influence qu'exerce la calcination de quelques oxydes métalliques sur la chaleur dégagée pendant leur combustion* (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 111 et 191).

faite par M. Henri Gautier [1] avec la chaux fondue, et les résultats avaient été les mêmes.

» Comme nous avions eu occasion, dans nos études de la chimie du four électrique, de suivre beaucoup de réactions en présence de la chaux, nous avons cherché à reconnaître comment se comportait cet oxyde à l'état de fusion. Pour étudier ces réactions, on disposait un certain volume de chaux pure dans la cavité du four, puis on fondait, au moyen de l'arc, la partie supérieure de cet oxyde. On laissait ensuite refroidir le four et c'était sur cette surface brillante de chaux fondue qu'était placé le mélange de chaux et du corps à étudier. L'arc était rétabli ensuite suivant un temps variable, mais la quantité de chaleur amenée par le courant devait être insuffisante pour fondre la masse entière de chaux pure. On évitait ainsi le mélange de la chaux du four avec l'oxyde pur mis en réaction.

» *Action du carbone.* — Lorsque l'on dispose un cylindre de graphite au contact de la chaux en fusion, le carbone ne tarde pas à réduire cette chaux, à s'entourer d'une couche de carbure de calcium en même temps qu'il fournit de l'oxyde de carbone

$$CaO + 3C = CaC^2 + CO.$$

» Si la chaux fondue est en excès et si son action se prolonge, le carbure est oxydé à son tour; il se produit une nouvelle quantité d'oxyde de carbone et des vapeurs de calcium

$$CaC^2 + 2CaO = 3Ca + 2CO.$$

» De telle sorte que, pendant que cette chaux liquide agit comme oxydant, les réactions qu'elle produit maintiennent réductrices les vapeurs du four en dégageant continuellement de l'oxyde de carbone et de la vapeur de calcium.

» *Silicium.* — Nous avons placé des fragments solides de silicium de la grosseur d'une noisette dans un bain de chaux en fusion. En quelques instants le silicium est oxydé et transformé en silice qui fournit un silicate basique au contact de l'excès de chaux. Si l'expérience dure peu de temps, les sphères de silicium que l'on retire de la chaux après refroidissement possèdent une cassure rayonnée et ont un aspect cristallin très net.

» *Bore.* — Le bore pur aggloméré en cylindres disparaît dans la chaux

---

(1) Henri Gautier, *Sur les propriétés thermiques de la chaux préparée à différentes températures* (*Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 939; 1899).

en fusion en produisant un borate de chaux. Si l'expérience est de courte durée, environ 3 minutes (1000 ampères, 45 volts), on reconnaît que le bore restant est entouré de petits cristaux noirs du borure de calcium CaB^6 que nous avons décrit précédemment [1]. Ces cristaux renferment en effet : Bo pour 100, 61,95; Ca pour 100, 38,20. Théorie pour $CaBo^6$: Bo pour 100, 62,14; Ca pour 100, 37,86. Ils sont recouverts d'un borate basique de calcium, très bien cristallisé, qu'il nous a été impossible de séparer de l'excès de chaux. L'acide borique a été retiré de ce mélange et nettement caractérisé.

» *Titane.* — La chaux en fusion oxyde rapidement la fonte de titane. Dans l'espace de 8 minutes, avec un courant de 600 ampères sous 100 volts, le titane a complètement disparu. La chaux fondue a pris une teinte marron et s'est partiellement transformée en titanate de chaux basique. Ce mélange est soluble dans l'acide acétique étendu.

» *Chrome.* — Nous avons indiqué précédemment que le chrome renfermant peu de carbone se transforme, au contact de la chaux fondue, en oxyde double de calcium et de chrome très bien cristallisé et de formule $Cr^2O^3, 4CaO$. Depuis nos premières recherches, M. Dufau [2] a poursuivi l'étude de quelques-uns de ces oxydes doubles.

» Un fragment de chrome en présence d'un excès de chaux fondue est rapidement attaqué. Le mélange de chaux et d'oxyde double est soluble dans l'acide acétique étendu et décomposable par l'eau. Si l'oxygène de l'air intervient pendant le refroidissement du four, il se produit une petite quantité de chromate.

» *Manganèse.* — Le manganèse fondu est attaqué très rapidement par la chaux en fusion. Une notable partie du métal est volatilisée et la masse de couleur foncée qui reste après refroidissement est soluble dans l'eau, dans l'eau sucrée et dans l'acide acétique étendu [3]. Cette dernière solution ne tarde pas à se décomposer. En présence de la chaux fondue le manganèse se trouve à l'état d'oxyde manganeux. Le mélange attaqué par l'acide sulfurique étendu à l'abri de l'air a donné du sulfate de chaux et du sulfate manganeux.

» *Fer.* — Le fer est rapidement attaqué par la chaux en fusion et avant

---

(1) H. Moissan et P. Williams, *Sur la préparation et les propriétés des borures de calcium* (*Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 629).

(2) Dufau, *Sur quelques oxydes doubles cristallisés obtenus à haute température* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, 1897, p. 257).

(3) Toutes ces solubilités ont été étudiées à l'abri de l'oxygène de l'air.

que la réaction soit terminée le métal restant a pris, sur certaines parties, un aspect cristallin bien net. Le fer est oxydé et la chaux prend une teinte foncée.

» *Nickel et cobalt.* — Nous avons chauffé 10^g de nickel en présence de 100^g de chaux pendant 5 minutes avec un courant de 700 ampères sous 70 volts. Après refroidissement, nous avons retiré du four une masse fondue, brillante, de couleur rouge.

» Une surface polie examinée au microscope a permis de reconnaître autour d'un point métallique très brillant une couche brune transparente en petits fragments, riche en oxyde de nickel, puis plus loin une couche beaucoup plus large d'abord d'un rouge brun, puis rose, dans laquelle on distingue de très beaux cristaux groupés en étoile.

» Le cobalt est attaqué et oxydé tout aussi rapidement par la chaux fondue qui prend aussitôt une coloration bleue intense.

» Dans toutes ces réactions, la chaux fondue possède des propriétés oxydantes aussi énergiques que la potasse ou la soude.

» *Platine.* — A la température de l'arc, le platine est rapidement liquéfié et, mélangé à de la chaux fondue, il entre de suite en ébullition. Après l'expérience, on retrouve en abondance des gouttelettes de platine condensées sur les fragments de chaux et sur la partie inférieure du couvercle. En même temps la vapeur de platine se diffuse dans la chaux fondue, et cette dernière prend une teinte enfumée. Parfois on rencontre sur de grandes lamelles de chaux des cristaux de platine bien nets de plusieurs millimètres de longueur.

» Lorsque la chaux est en fusion au contact du platine, si l'on refroidit brusquement le four en arrêtant l'arc et en retirant le couvercle, on voit nettement, au milieu de la masse solidifiée, de petites cheminées cylindriques par lesquelles s'échappaient les vapeurs de platine. En même temps, on reconnaît que la chaux qui a été fondue est colorée en noir marron par suite de la condensation des vapeurs de platine qui pénétraient toute la masse.

» Ces tubes cylindriques qui laissaient dégager les vapeurs du métal en ébullition ont été retrouvés dans les expériences faites au moyen du nickel, du cobalt, du fer et surtout du manganèse.

» Leur existence nous indique que la chaux liquide passe par l'état pâteux avant de reprendre l'état solide.

» Ces expériences nous démontrent aussi que, dans certains cas, en particulier lorsque l'oxydation ne se produit pas, on peut obtenir assez facile-

ment la cristallisation des métaux par simple vaporisation dans un bain de chaux fondue.

» Nous ajouterons que, à cette haute température, le platine en ébullition fixe du calcium. Nous avons trouvé dans le métal non volatilisé de 2,54 à 3,01 pour 100 de calcium. »

ARCHÉOLOGIE. — *Analyse de quelques objets métalliques antiques;* par M. **Berthelot.**

« Ces objets proviennent des collections du Louvre, et particulièrement de statuettes hiératiques. Ces statuettes, ayant été forées à la base afin de permettre la fixation sur un pied, ont fourni une certaine quantité de poudre, que M. Heuzey m'a prié d'analyser.

» I. *Statuette représentant une femme qui soutient avec ses deux bras une corbeille posée sur sa tête.* — La femme, haute de 20^{cm} environ, est nue jusqu'à la ceinture; mais la partie inférieure de son corps est revêtue d'une sorte de jupe, couverte d'inscriptions.

» Il n'y a pas de jambes, le corps se terminant en pointe. Cette figurine a été un type courant depuis le temps de Goudéah jusqu'à celui du roi Rim-Sin, pendant une période d'une vingtaine de siècles.

» Les figurines de ce genre jouaient le rôle d'amulettes, que l'on enterrait dans les fondations des édifices. La statuette présente est datée de Bour-Sin, roi chaldéen de la ville d'Our, vers le XXVIe siècle avant notre ère.

» Elle est d'une couleur rouge de cuivre; elle présente sur toutes les parties du corps une double patine : l'une, superficielle, verdâtre, enlevée par places; l'autre, plus profonde et plus uniforme, rougeâtre.

» On a fait plusieurs analyses du métal (trois dosages distincts).

» La première a porté sur une poudre extraite à 35^{mm} de profondeur, dans l'axe vertical. Cette poudre présentait l'apparence d'un métal blanc rougeâtre. Elle contenait, sur 100 parties :

Cu	76,0
Pb	18,1
	94,1
Soufre notable, fer, oxygène, etc.	5,9

» Ni étain, ni zinc, ni arsenic, ni antimoine.

» Cette composition m'ayant surpris, j'ai fait détacher de la queue de la statuette un fragment compact, nettement rouge, qui a été soumis à une analyse spéciale (deux dosages); sur 100 parties :

Cu	77,4
Pb	17,0
S	2,3
	96,7

» Un peu de fer, pas d'étain, de zinc, d'antimoine, ou d'arsenic.

» Cette analyse confirme la première; sauf un léger excès de plomb à l'intérieur, attribuable à un commencement de liquation.

» La patine renfermait du carbonate de cuivre, du plomb et du fer oxydés.

» Ainsi la statuette actuelle est constituée principalement par un alliage d'une partie de plomb avec un peu plus de quatre parties de cuivre et une dose de soufre notable, provenant sans doute du minerai qui a servi à fabriquer ces métaux.

» Cette composition contraste avec celle des statuettes anciennes de Goudéah et de Our-Nina, constituées par du cuivre presque pur. Elle ne diffère pas moins de celle de la statuette de l'époque du roi Rim-Sin, datée celle-ci de 2200 avant notre ère ([1]), également formée de cuivre à peu près pur.

» Cette circonstance m'ayant inspiré quelques doutes, j'ai cru devoir faire répéter l'analyse du dernier métal sur un échantillon de poudre, extrait du centre de la statue et ne renfermant par conséquent aucune patine. Voici les résultats :

Cuivre	95,7
Fer	3,1
	98,8
Soufre et oxygène	1,2

» Ni étain, ni plomb, ni zinc, ni antimoine, ou arsenic.

» II. *Statuette babylonienne de date inconnue, haute de* 122^{mm}. — Elle représente un prêtre barbu, ou une divinité, coiffé d'une tiare, tenant un

([1]) Cette analyse a été publiée dans le numéro de janvier 1902 des *Annales de Chimie et de Physique* avec une faute d'impression étrange, le mot *patine oxydée* ayant été remplacé par *potasse oxydée*, p. 65; aucun chimiste n'a dû s'y méprendre.

animal sur sa poitrine. Métal rougeâtre, poudre mêlée de carbonate de chaux.

» L'oxygène a été dosé sous forme d'eau, en chauffant la matière dans un courant d'hydrogène.

» Pas de plomb, ni de zinc, d'antimoine, ou d'arsenic.

Cu	79,5
Sn	1,25
Fer	0,8
O	9,75
CO^3Ca	8,3
	99,6

» Ce métal était fortement oxydé.

» III. *Piédestal d'un petit taureau babylonien, ayant l'apparence du bronze, avec incrustations d'argent.* — Le métal de la statue n'a pas pu être analysé; celui de son piédestal contenait :

Cu	82,4
Sn	11,9
Fer	4,1
	98,4
Oxygène et perte	1,6
	100,0

» Pas de plomb, ni d'antimoine, de zinc, ou d'arsenic.

» Ce métal est un bronze ordinaire, avec une dose sensible de fer.

» On voit que la composition de ces alliages, sous une même apparence de métal rouge, offre une grande diversité, dès qu'on arrive au-dessous de l'an 3000 avant notre ère. J'ai fait déjà la même remarque pour les métaux égyptiens.

» Cette diversité résultait en partie de la nature du minerai; mais les additions de plomb et d'étain sont intentionnelles.

» IV. *Cachet hétéen, formé d'un métal blanc* (*Louvre*). — C'est de l'argent, avec des traces de cuivre et de fer.

» V. *Matière provenant de la nécropole d'Abou-Roash, IVe dynastie, en Égypte.* — Elle m'a été envoyée, comme renfermant de l'argent, par l'Institut français d'Archéologie orientale du Caire.

» Je l'ai partagée en deux échantillons d'après l'aspect, l'objet étant informe.

» 1° Matière la plus foncée, la moins friable :

Pb	28,93	
Cl	6,81	
O	0,70	} [1]
CO^2	1,93	}
SiO^2	51,27	
Al^2O^3, eau, CO^3Ca	10,36	

Pas d'argent, ni de cuivre.

» 2° Matière moins foncée, plus friable :

Pb	22,20	
Cl	5,86	
O	0,40	}
CO^2	1,16	}
SiO^2	56,96	
Al^2O^3	8,94	
CO^3Ca; eau	4,48	

» C'est un mélange d'argile avec du chlorure de plomb, renfermant un quart environ de carbonate.

» Il provient sans doute de l'altération d'un objet de plomb, qui a séjourné pendant des siècles au sein d'eaux saumâtres renfermant des chlorures. Ces sels accélèrent et même déterminent l'oxydation des métaux, tels que le fer, le cuivre, le plomb, l'argent, changés lentement en chlorures, oxychlorures, ou oxydes, suivant la diversité des conditions. Il suffit, dans certains cas, de la présence d'une trace de chlorure pour déterminer, jusque dans les collections des musées, la désagrégation progressive et la destruction des objets de cuivre et de plomb, qui semblent atteints d'une sorte d'efflorescence et moisissure apparente, comme le savent les conservateurs. J'ai reproduit ces effets dans mon laboratoire et j'en ai donné la théorie ([2]). »

([1]) Calculé d'après le poids du plomb, lequel n'est plus à l'état de métal, mais de chlorure, pour les deux tiers environ, et de carbonate.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série : p. 551 (Objets de cuivre); p. 554 (Objets d'argent); 1895.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur le passage de l'hermaphrodisme à la séparation des sexes par castration parasitaire unilatérale.* Note de M. **Alfred Giard**.

« En 1888, dans mes *Nouvelles recherches sur la castration parasitaire* ([1]), j'ai signalé ce fait singulier que l'action de certains parasites sur les glandes génitales d'un hôte hermaphrodite peut déterminer l'atrophie d'un sexe seulement et favoriser au contraire le fonctionnement du sexe opposé. C'est ainsi que chez les Ophiures (*Amphiura squamata* Delle Chiaje) infestées par des Orthonectides (*Rhopalura ophiocomæ* Gd) on observe, en général, avec la réduction des ovaires une activité plus grande des testicules.

» Et après avoir discuté le petit nombre de cas de ce genre alors connus (on en pourrait citer plusieurs autres aujourd'hui), je concluais ainsi :

» Rappelons enfin les bons effets du croisement et la nécessité si bien mise en évidence par Darwin, de l'introduction d'un élément mâle étranger, même chez les animaux ou les plantes physiologiquement hermaphrodites, et nous pourrons nous demander si la *castration parasitaire* des Amphiures n'est pas plutôt une circonstance favorable à l'espèce. J'ai souvent observé, en effet, que les individus renfermant des œufs et des jeunes en abondance avaient les testicules très réduits (peut-être mécaniquement, peut-être aussi en raison de la dépense organique faite par la glande femelle); la castration aurait donc pour résultat de rétablir l'équilibre des sexes et rendrait physiologiquement dioïque une espèce morphologiquement hermaphrodite.

» Il existe dans le règne végétal un cas absolument comparable. C'est celui de la castration du Figuier par *Blastophaga grossorum*. Les belles observations de Fritz Müller et de Solms-Laubach sur la signification du *Caprificus* considéré comme mâle du Figuier à fruits comestibles me paraissent s'éclairer d'un jour nouveau et prendre un haut caractère de généralité, si on les rattache, comme nous n'hésitons pas à le faire, à la théorie de la castration parasitaire. On peut même se demander si des cas tels que ceux du Figuier et de l'*Amphiura* ne nous révèlent pas *un des moyens par lesquels s'est opéré, soit chez les végétaux, soit chez les animaux, le passage de l'état hermaphrodite à l'état unisexué,* et si ces espèces ne sont pas les derniers témoins d'un état de choses autrefois plus général. En d'autres termes, il est permis de supposer que la tendance qu'une espèce hermaphrodite a eue à devenir mâle ou femelle sous l'influence d'un parasite a pu être fixée et exagérée par la sélection jusqu'à la complète séparation des sexes ([2]).

([1]) *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, t. XIX, p. 13, 22.

([2]) Dans un Travail antérieur, j'avais montré les rapports qui existent entre les états

» Des faits très curieux récemment publiés par Th. Meehan [1] prouvent que les parasites végétaux (les Champignons en particulier) peuvent, comme les parasites animaux, déterminer la castration unilatérale et qu'ils sont capables d'intervenir ainsi dans la production de formes hybrides, absolument comme le font les horticulteurs à l'aide de la fécondation artificielle après castration unilatérale (ablation des étamines).

» Dans la pépinière de Meehan poussaient côte à côte une grande quantité de *Vernonia Baldwini* et *V. arkansana* et quelques rares *V. Jamesii*. Pour accroître le nombre de ces derniers, des graines furent récoltées et semées. Cent pieds environ fleurirent en 1889; presque tous étaient des hybrides de *Jamesii* avec *Baldwini* ou avec *Arkansana;* une douzaine seulement donnèrent le vrai *V. Jamesii.*

» Cela renversait toutes les idées reçues sur la fécondation chez les Composées où la pollinisation s'opère généralement par autofécondation, tout au plus entre fleurs d'un même capitule ou d'un même pied.

» Or Meehan avait dû lutter depuis plusieurs années contre un Champignon des racines de *Liatris* et de *Vernonia Jamesii*, qui en deux ou trois ans avait complètement détruit les *Liatris* et fortement réduit le nombre des *Vernonia* de son jardin.

» L'effet immédiatement visible de ce Champignon est de rendre les plantes plus rameuses; celles qui ont une allure spiciforme deviennent paniculées [2]. A l'arrière-saison la tige s'élargit, tend à devenir fasciée et émet des branches nombreuses, comme cela s'observe souvent à l'automne chez les *Solidago* et chez *Erigeron canadensis.*

» Les botanistes J.-B. Ellis, de New-Jersey, et P. Halsted, de New-Brunswick, à qui ces plantes furent soumises, n'y constatèrent rien de plus

---

morphologiquement dioïques ou unisexués des *Melandryum* modifiés par l'*Ustilago violacea.*

(1) Th. Meehan, *Fungi as agents in cross fertilization* (*Proceedings of the Acad. of nat. Sc. Philadelphia*, 1900, p. 341).

(2) Pendant un récent voyage en Corse, nous avons fréquemment observé, M. Gerber et moi, des modifications de ce genre chez une Composée très commune dans toute l'île, *Cupularia viscosa* L. Les pieds modifiés étaient surtout très abondants au voisinage des lieux habités, sur le bord des routes (notamment sur la route d'Ajaccio à la Chapelle des Grecs), près des fumiers, etc. C'est dans ces conditions qu'on rencontre surtout les plantes infestées par les Cryptogames de toute nature. L'aspect des *Cupularia* modifiés est tout à fait celui décrit par Meehan pour les *Vernonia*; le port *spiciforme* de la plante normale devient *paniculiforme.*

qu'une hypertrophie des tissus envahis par le Cryptogame. Mais dès qu'il eut observé les phénomènes d'hybridation relatés ci-dessus, Meehan porta son attention sur les étamines et reconnut que les anthères, normalement blanches chez les *Vernonia*, étaient brunes chez les plantes parasitées et ne renfermaient pas de pollen en bon état. Le pistil seul était sain et une petite Abeille (*Halictus parallelus*, d'après J. Fox) visitant ces fleurs leur apportait le pollen blanc (normal) des autres *Vernonia*. Ainsi s'explique comment Gray a pu trouver en liberté des hybrides entre *Vernonia* d'espèces très différentes (*Arkansana* × *Baldwini*, *fasciculata* × *Baldwini*, *Baldwini* × *Lindheimeri*).

» A cet ordre de faits se rattachent évidemment d'une façon très nette ceux que M. Molliard a signalés dans une Note récente ([1]), sur les pétalodies déterminées par des Champignons radicicoles.

» Dans quelle mesure convient-il d'en rapprocher également le cas très étonnant des modifications florales de *Pulicaria dysenterica* Gaertn. que j'ai étudié naguère? C'est ce que je n'ose encore décider ([2]). Bien que chez ces *Pulicaria* tératologiques Molliard ait trouvé constamment une association parasitaire intéressant les organes souterrains des plantes anormales (*loc. cit.*, p. 150), il faut convenir que les effets produits par le Cryptogame présentent dans ce cas quelque chose de très particulier. Une même cause (un Champignon radicicole) agissant dans un même lieu et dans des conditions en apparence identiques, détermine sur des individus d'une plante hermaphrodite végétant côte à côte des modifications florales A ♂ et B ♀ très différentes, sans qu'il y ait entre ces modifications de transitions graduelles !

» Je dois même signaler ici une complication qui m'avait échappé lors de mes premières recherches. Certains pieds de *Pulicaria* tératologiques, mêlés en très petit nombre aux formes A et B, réalisent une troisième forme C également fort curieuse. Les capitules de la forme C se font remarquer souvent par l'existence à la périphérie de quelques fleurons

---

([1]) M. Molliard, *Fleurs doubles et parasitisme* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 548-551; 7 octobre 1901).

([2]) A. Giard, *Sur la transformation de* Pulicaria dysenterica *Gaertn. en une plante dioïque* (*Bull. scient. de la France et de la Belgique*, t. XX, 1889, p. 53-75, *Pl. I*). — Depuis la publication de ce Mémoire, la station où végètent les *Pulicaria* anormales s'est étendue grâce à mes soins, et je serai très heureux d'en communiquer des spécimens vivants aux botanistes qui m'en feraient la demande.

ligulés (généralement 1-6). Je les avais pris d'abord pour des individus soit de la forme A ♂, soit de la forme B ♀, faisant plus ou moins retour au type normal; mais en examinant de plus près ces capitules, j'ai reconnu que les fleurons du centre sont parfaitement normaux et non dépourvus d'anthères comme dans la forme B, et que les fleurons périphériques non ligulés ont absolument la forme bilabiée à pétales aigus et inégaux des fleurons périphériques des *Centaurea*. En adoptant les idées hypothétiques que j'ai développées en 1889 pour relier entre eux ces faits embarrassants, la forme C pourrait être considérée comme un rappel atavique d'un stade phylogénique *Procentaurea* dans l'évolution de *Pulicaria*.

» Sans nier qu'il puisse exister dans ces transformations de *Pulicaria* qu'on pourrait appeler brusquement *disjonctives* quelque action parasitaire, il me semble que le cas est complexe et mérite de nouvelles investigations tant au point de vue physiologique qu'au point de vue morphologique.

» J'ai observé d'ailleurs en divers endroits, et principalement sur les bords des routes qui traversent la forêt d'Hardelot, près Boulogne-sur-Mer, une autre modification tératologique de *Pulicaria dysenterica*, beaucoup plus comparable à celle des *Vernonia* et des *Cupularia* dont nous avons parlé ci-dessus. Le port des plantes infestées est très caractéristique : les rameaux sont plus abondants, étalés et plus effilés. Les capitules sont fort réduits, à fleurons peu nombreux (quelquefois 5 ou 6 fleurons seulement). Dans ce cas l'action d'un Cryptogame parasite radicicole, facile à constater d'ailleurs, se manifeste par des effets continus et de même nature chez tous les pieds envahis.

» Il est donc vraisemblable qu'il existe chez les Composées, et même chez une espèce particulière, des Champignons parasites radicicoles de diverses natures dont l'action morphogène varie spécifiquement. L'influence de ces parasites sur les conditions de sexualité de leurs hôtes est également variable et nous fournit des expériences naturelles d'un grand intérêt pour la Biologie générale. »

MÉCANIQUE. — *Sur les conditions aux limites en Hydrodynamique.* Note de M. P. Duhem.

« Pour déterminer la forme des conditions vérifiées soit au contact d'un fluide et d'un solide, soit au contact de deux fluides, on a fait appel soit,

comme Navier et Poisson, à des considérations moléculaires, soit à des hypothèses non tirées de principes généraux.

» Nous avons tenté de traiter la même question au moyen des principes sur la viscosité et le frottement, que nous avons indiqués il y a plusieurs années ([1]); voici, en résumé, les résultats auxquels nous sommes parvenu :

» Aux divers travaux virtuels que l'on a à considérer en Hydrodynamique on doit adjoindre le travail virtuel $d\varpi_w$ de la *viscosité de contact* et le travail virtuel $d\varpi_\psi$ du *frottement de contact*. Soient u_1, v_1, w_1 les composantes de la vitesse en un point, infiniment voisin de la surface de contact et appartenant au corps 1; u_2, v_2, w_2 les composantes de la vitesse en un point analogue appartenant au corps 2; δx_1, δy_1, δz_1 les composantes du déplacement virtuel au premier point; δx_2, δy_2, δz_2 les composantes du déplacement virtuel au second point; posons

$$r'\delta r = (u_1 - u_2)(\delta x_1 - \delta x_2) + (v_1 - v_2)(\delta y_1 - \delta y_2) + (w_1 - w_2)(\delta z_1 - \delta z_2),$$

en désignant par r' la vitesse relative dont $(u_1 - u_2)$, $(v_1 - v_2)$, $(w_1 - w_2)$ sont les composantes. Nous aurons

$$d\varpi_w = \int f r' \,\delta r \,dS, \qquad d\varpi_\psi = \int G \frac{r'}{|r'|} \delta r \,dS.$$

» Les intégrations s'étendent à la surface de contact; les deux grandeurs f et G sont essentiellement négatives; f dépend de la température T au point de contact, des densités ρ_1, ρ_2 des deux corps au voisinage de ce point, enfin de la vitesse relative r'. Les variables dont G dépend vont être précisées dans un instant.

» La condition

$$(\delta x_1 - \delta x_2)\cos(n_1 x) + (\delta y_1 - \delta y_2)\cos(n_1 y) + (\delta z_1 - \delta z_2)\cos(n_1 z) = 0$$

est imposée, en tout point de la surface S, à tout déplacement virtuel du système; dès lors, pour transformer en identité l'égalité que l'on obtient en écrivant que la somme des travaux virtuels est nulle, il faut ajouter au

([1]) *Théorie thermodynamique de la viscosité, du frottement et des faux équilibres chimiques* (*Mémoires des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 5e série, t. II; 1896).

premier membre le terme

$$-\int \varpi[(\delta x_1 - \delta x_2)\cos(n_1 x) + (\delta y_1 - \delta y_2)\cos(n_1 y) \\ + (\delta z_1 - \delta z_2)\cos(n_1 z)]\,dS.$$

» G dépend alors uniquement de T, ρ_1, ρ_2, r', ϖ :

$$G = \mathfrak{G}(T, \rho_1, \rho_2, r', \varpi).$$

» Lorsque r' tend vers 0, $\mathfrak{G}$ tend vers une limite négative $\Gamma(T, \rho_1, \rho_2, \varpi)$.

» Bornons-nous, désormais, au cas où le corps 2 est solide. Si nous désignons par Π la pression, par p_{x1}, p_{y1}, p_{z1} les composantes de la pression fictive de viscosité, nous aurons, en tout point de la surface de contact,

$$(1) \quad \begin{cases} (\Pi - \varpi)\cos(n_1 x) - p_{x1} = \left(f + \dfrac{\mathfrak{G}}{|r'|}\right)(u_1 - u_2), \\ (\Pi - \varpi)\cos(n_1 y) - p_{y1} = \left(f + \dfrac{\mathfrak{G}}{|r'|}\right)(v_1 - v_2), \\ (\Pi - \varpi)\cos(n_1 z) - p_{z1} = \left(f + \dfrac{\mathfrak{G}}{|r'|}\right)(w_1 - w_2). \end{cases}$$

» Selon ces égalités, la grandeur ϖ est égale à la pression Π augmentée de la projection sur la normale n_1 du vecteur p_{x1}, p_{y1}, p_{z1}. Si l'on désigne par q la projection de ce même vecteur sur la surface S, projection qui est dirigée comme la vitesse r', on a

$$q = -fr' - \mathfrak{G}\frac{r'}{|r'|}.$$

Si l'on supposait que $\mathfrak{G}$ fût nul et que f fût indépendant de r', on retrouverait la condition admise par Navier et par Poisson.

» Si $\mathfrak{G}$ n'est pas nul, la condition précédente pourra, dans certaines conditions, devenir contradictoire; dans ce cas, au lieu de supposer que le fluide glisse sur le solide, on sera tenu de supposer que le fluide adhère au solide. On aura alors, en tout point de leur commune surface,

$$u_1 = u_2, \qquad v_1 = v_2, \qquad w_1 = w_2.$$

» En outre, la théorie générale de la viscosité et du frottement montre que l'on devra avoir, en tout point de cette même surface,

$$\frac{p_{x1}}{\cos(n_1, x)} = \frac{p_{y1}}{\cos(n_1, y)} = \frac{p_{z1}}{\cos(n_1, z)}. \text{ »}$$

M. **Marey**, en présentant à l'Académie un Volume intitulé : « La pression artérielle de l'homme, à l'état normal et pathologique », par notre regretté Confrère *C. Potain*, s'exprime comme il suit :

« Notre Confrère Potain avait préparé, quand la mort l'a surpris, un important Travail sur la pression du sang dans les artères chez l'homme sain ou malade. L'instrument de mesure dont il a fait usage est basé sur un principe imaginé par Bach, mais qu'il a tellement modifié et perfectionné qu'on le désigne sous le nom de *sphygmomanomètre* de Potain.

» L'auteur a étudié les variations de la pression artérielle suivant l'âge. le sexe, les attitudes du corps, les influences physiologiques diverses qui modifient l'action du cœur ou des vaisseaux.

» La partie pathologique n'est pas moins scrupuleusement étudiée; on y trouve mis en lumière l'abaissement de pression qui est si marqué dans la fièvre typhoïde et la phtisie tuberculeuse, l'élévation énorme dans le diabète et la néphrite interstitielle.

» Ces recherches sont le produit de dix ans de travail persévérant, faites sur un très grand nombre de sujets. Elles sont coordonnées et discutées avec une clarté extrême. On a trouvé ces Notes prêtes pour l'impression; elles portaient manuscrite une dédicace que mon cher et regretté Confrère me faisait de son Travail. Les éditeurs ont eu la pensée bien touchante pour moi de reproduire, en tête du Volume, le fac-similé de cette dédicace. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Jacquin** adresse un Mémoire intitulé : « Étude du vol des oiseaux, au sujet de la question de la dirigeabilité des aérostats ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **E. Mossé** adresse une Note relative à la Navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **P. Philippi** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé le 9 décembre 1901, et inscrit sous le n° 6445. Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient un Mémoire relatif à la navigation aérienne, sous le titre : « La conquête de l'air ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. **Alfred Picard**, M. **Jules Tannery** prient l'Académie de les comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, devenue vacante par le décès de M. *de Jonquières*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La « Carte géologique d'Islande, au $\frac{1}{600000}$, dressée par M. *Thoroddsen* ». (Présenté par M. de Lapparent.)

2° Le deuxième Volume de l'Ouvrage : « L'alimentation en eau et l'assainissement des villes, par M. *Ed. Imbeaux* ». (Présenté par M. Maurice Lévy.) (Renvoi au concours des Arts insalubres.)

3° Le « Rapport sur les travaux du Service du nivellement général de la France, en 1899 et 1900, par M. *Ch. Lallemand* ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la croissance des fonctions entières.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. Painlevé.

« J'ai fait connaître, dans une précédente Note, une propriété de la dérivée logarithmique d'une fonction entière; je me propose de donner à ce sujet quelques indications complémentaires ([1]).

» Soit $f(x)$ une fonction de genre p et d'ordre ρ (suivant la terminologie de M. Borel); soient $g(x)$ sa dérivée logarithmique, a_1, a_2, ... ses zéros. Appelons $\psi(i)$ une fonction réelle telle que $|a_i| > \psi(i)$; si ρ n'est pas entier, nous supposerons en outre que les rapports $\frac{[\psi(i)]^\rho}{i}$ et $\frac{i}{[\psi(i)]^{\rho+\varepsilon}}$ sont toujours croissants à partir d'une certaine valeur de i. Si ρ était entier, on ferait la même hypothèse sur des rapports de la forme $\frac{\psi^\rho(\log\psi)^\sigma}{i}$ et $\frac{i}{\psi^\rho(\log\psi)^{\sigma_1}}$.

([1]) Une faute d'impression s'est glissée dans ma Note du 13 janvier. Le premier membre de l'inégalité (5) est $g(re^{\theta\sqrt{-1}})$ et $\varphi(r)$ est supposé supérieur au nombre i des pôles dont le module est inférieur à r.

» Déterminons le nombre n par l'égalité

$$|x| = \psi(n).$$

» *On a, sur une infinité de cercles de rayons indéfiniment croissants,*

(1) $$|g(x)| < h\frac{n\log n}{r} \quad (h \text{ positif fini}).$$

» *La même inégalité est satisfaite, quel que soit* $|x|$, *en une infinité de points de module* $|x|$.

» Partant de l'égalité

$$g(x) = \sum \frac{x^p}{a_i^p(x-a_i)},$$

je démontre d'abord que, *quel que soit* x, la somme des termes pour lesquels on a

$$\left|\frac{a_i}{x}\right| < \frac{1}{1+\alpha} \quad \text{ou} \quad \left|\frac{a_i}{x}\right| > 1+\alpha$$

(α étant un nombre positif), est inférieure à la limite (1).

» Pour évaluer les autres termes, nous nous servirons d'une remarque qui peut donner lieu à plusieurs applications.

» Soient un segment de longueur l et ν points $r_1, r_2, \ldots, r_\nu$ sur ce segment. Divisons-le en n segments égaux $s_1, \ldots, s_n$, n étant supérieur à 4ν, et marquons d'un signe convenu certains de ces segments, en procédant comme il suit : Si s_i contient q points r_i, nous marquerons s_i, puis q segments à droite et q segments à gauche de s_i. Si l'un des segments ainsi marqués, s_j, contient à son tour q' points r_i, nous marquerons encore les q' segments qui suivent s_{i+q}, et les q' segments qui précèdent s_{i-q}. Nous aurons marqué finalement 3ν segments au plus. Si r est un point de l'un des segments restants ($r_k < r < r_{k+1}$), nous aurons

$$r_{k+1} - r > \frac{l}{n}, \quad \ldots, \quad r_{k+i} - r > \frac{li}{n} \quad .$$

et des inégalités analogues pour les points r_i situés à gauche de r.

» On peut présenter autrement ce résultat en disant que, pour une infinité de valeurs de $|x|$, la limite que l'on obtiendra pour la somme $\sum \frac{1}{||x| - |a_i||}$ ne sera pas plus élevée que si la distribution des points $|a_i|$ était uniforme. De là on déduit aisément la proposition énoncée.

» La même méthode conduit sans peine à d'autres résultats du même genre. Considérons l'inégalité

$$(2) \qquad |g(x)| < \frac{hn(\log|x|)^2}{|x|} \qquad (h \text{ positif fini})$$

et soit A une aire proportionnelle à $|x|^2$. Nous pouvons démontrer que les régions de l'aire A où l'inégalité (2) n'est pas satisfaite forment une aire infiniment petite par rapport à l'aire totale A.

» On peut établir également que l'on a, en même temps que l'inégalité (2) et dans les mêmes régions, l'inégalité

$$(3) \qquad |g'(x)| < \frac{hn(\log|x|)^2}{|x|^2}.$$

» Cette inégalité fournit une limite supérieure des fonctions méromorphes satisfaisant aux deux premiers types d'équations différentielles du second ordre, signalées par M. Painlevé. Dans l'inégalité (3) n sera, en tout cas, comparable à r^ρ, ρ étant l'ordre de $f(x)$; pour les fonctions entières de M. Painlevé, cet ordre aura l'une des valeurs $\frac{5}{2}$ et 3 que j'ai indiquées dans ma précédente Note.

» La remarque faite plus haut sur la distribution des points a_i peut servir aussi à préciser notablement un théorème de M. Hadamard.

» Supposons, pour simplifier, que l'ordre ρ de $f(x)$ ne soit pas entier. On peut démontrer que *l'on a, sur une infinité de cercles de rayons indéfiniment croissants,*

$$f(x) > e^{-hn},$$

h étant un nombre fini, et n ayant la même signification que plus haut. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarque sur la Communication précédente.* Note de M. Paul Painlevé.

« Tous les analystes apprécieront à leur haute valeur les résultats contenus dans les deux dernières Communications de M. P. Boutroux. Je voudrais insister ici sur leur application aux équations différentielles du second ordre.

» Les équations du second ordre et du premier degré qui engendrent des transcendantes uniformes nouvelles sont réductibles, comme je l'ai

montré, aux types

(1) $$y'' = 6y^2 + x.$$

(2) $$y'' = 2y^3 + xy + \alpha,$$

(3) $$y'' = \frac{y'^2}{y} + e^x(\alpha y^2 + \beta) + e^{2x}\left(\gamma y^3 + \frac{\delta}{y}\right)$$

(α, β, γ, δ constantes quelconques).

» Les intégrales $y(x)$ de ces équations sont *méromorphes* et représentables par le quotient de fonctions *entières,* soit $u(x)$, qui vérifient une équation différentielle du troisième ordre très simple, qu'on déduit aussitôt de chacune des équations (1), (2) et (3). Pour que l'intégration des équations (1), (2), (3) fût achevée, il restait à *limiter supérieurement le module de ces transcendantes entières;* autrement dit, à trouver une limite supérieure $M(r)$ de $|u(x)|$ pour $|x| = r$. En effet, chaque fonction $u(x)$ est développable, dans le plan des x, en série de Mac-Laurin; mais il était indispensable de connaître l'*approximation* avec laquelle ce développement, limité au terme de rang n, représente la fonction dans un cercle donné. La connaissance de $M(r)$ définit aussitôt cette approximation. Plus généralement, il restait à étudier les transcendantes $y(x)$ et $u(x)$ dans le domaine du point essentiel $x = \infty$, au point de vue de la croissance, du genre, de la répartition des zéros et des pôles, etc.

» Dans mes dernières publications j'avais dit que cette étude pourrait se faire en appliquant, au point $x = \infty$, la méthode même que j'avais employée pour discuter les singularités de $y(x)$ à distance finie, et qui m'avait permis de démontrer que ces singularités étaient nécessairement des pôles. Cette méthode m'a permis, depuis lors, de définir avec une grande précision, pour les équations (1), (2), (3), la nature du point essentiel $x = \infty$. Pour les équations (1) et (2), les plus importants de ces résultats coïncident avec ceux que vient de faire connaître M. P. Boutroux. Si je signale cette coïncidence, ce n'est certes pas pour diminuer le mérite de M. Boutroux. Il est, au contraire, très remarquable que des théorèmes aussi généraux que les siens, appliqués aux équations (1) et (2), lui donnent *presque immédiatement* (en partant de ce seul fait que l'intégrale est méromorphe) des résultats aussi précis.

» J'indiquerai brièvement pour l'équation (1) les conclusions auxquelles j'arrive, sous la forme même que leur donne la méthode employée.

» Une intégrale quelconque $y(x)$ de cette équation est, pour les grandes

valeurs de x, comparable, *en général*, à $x^{\frac{1}{2}}$. D'une façon précise, soit $|x| = r$; les points x pour lesquels $|y(x)|$ n'est pas compris entre $r^{\frac{1}{2}} \log r$ et $\frac{r^{\frac{1}{2}}}{\log r}$ forment dans le plan une infinité de *taches* exceptionnelles, de diamètre maximum indéfiniment décroissant $\left(\text{de l'ordre de } \frac{1}{r^{\frac{1}{4}}}\right)$, et l'aire totale de ces taches dans un cercle de grand rayon est négligeable par rapport à l'aire du cercle. Pour une infinité de cercles (concentriques à l'origine et de rayon indéfiniment croissant) — on peut dire pour tous les cercles *pris au hasard* —, $|y(x)|$ est compris entre les deux limites indiquées. Il suit de là aussitôt que $y(x)$ est représentable par une série

$$y(x) = C + \sum \left[\left(\frac{1}{x - a_n} \right)^2 - \frac{1}{a_n^2} \right]$$

qui converge absolument aussi rapidement que la série $\sum \frac{1}{n^{\frac{6}{5}}}$.

» Quant à la fonction entière $u(x)$ correspondante,

$$u = e^{+\int z\,dx}, \qquad z = -\int y\,dx,$$

elle est *exactement* d'ordre $\frac{5}{2}$ [1], son module est limité par $e^{h^{\frac{5}{2}}}$ (h fini); elle est de genre 2. C'est le résultat de M. Boutroux.

» Parmi les fonctions $y(x)$ définies par (1), il en est une remarquable : c'est celle qui répond aux conditions initiales $x = 0$, $y_0 = 0$, $y'_0 = 0$. La fonction entière $u_1(x)$ correspondante est une fonction entière de $x^5 = \xi$, soit $u_1 = \varphi(\xi)$; *cette fonction* $\varphi(\xi)$ *est de genre zéro*.

» Je reviendrai prochainement sur les transcendantes définies par les équations (2) et (3). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de factorielles*. Note de M. **Niels Nielsen**, présentée par M. Picard.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 30 décembre 1901), j'ai trouvé la forme générale d'une fonction développable en série de factorielles. Je donnerai des applications de la formule générale susdite.

---

[1] Je tiens à dire que M. Borel m'avait fait savoir, il y a plusieurs mois, que l'ordre de la transcendante $u(x)$ devait être vraisemblablement égal à $\frac{5}{2}$.

» En premier lieu, déduisons quelques séries particulières assez intéressantes.

» En prenant d'abord

$$f(t) = \frac{1}{t}\left(\frac{1}{e^t - 1} - \frac{1}{t} + \frac{1}{2}\right),$$

on trouve la série de factorielles de Binet, et l'on peut démontrer que cette série est convergente pourvu que $\mathfrak{R}(x) > 0$.

» Prenons ensuite

$$f(t) = (1 + t)^{\mu};$$

la fonction génératrice a les mêmes propriétés que la précédente. Ici nous obtiendrons les séries de Schlömilch, qui représentent comme des cas particuliers le logarithme-intégrale et la transcendante de Kramp. Ces séries sont convergentes aussi pourvu que $\mathfrak{R}(x) > 0$.

» Soit enfin

$$f(t) = (1 + t^2)^{\mu - \frac{1}{2}};$$

mêmes propriétés de $\varphi(z)$ et même champ de convergence. Nous trouvons ici la série de factorielles, nouvelle, je crois, pour la fonction

$$Y^{(\mu)}(x) - Z^{(\mu)}(x),$$

où $Y^{(\mu)}(x)$ est la fonction cylindrique de seconde espèce, tandis que l'on a posé

$$Z^{(\mu)}(x) = \frac{2\left(\frac{x}{2}\right)^{\mu}}{\sqrt{\pi}\,\Gamma\left(\mu + \frac{1}{2}\right)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin(x \sin\varphi)(\cos\varphi)^{2\mu}\, d\varphi, \qquad \mathfrak{R}(\mu) > -\frac{1}{2},$$

fonction qui est analogue à la fonction cylindrique de première espèce $\Phi^{(\mu)}(x)$.

» Dans une autre occasion je montrerai, en m'appuyant sur les recherches générales de M. U. Dini, dans son Ouvrage *Serie di Fourier* (t. I, Pise, 1880, et des parties inédites du Tome II), qu'il n'est pas possible de développer une fonction *arbitraire* en série infinie où $\Phi^{(\mu)}(x)$ et $Z^{(\mu)}(x)$ jouent le même rôle que $\cos x$ et $\sin x$ dans les séries de Fourier. Cependant, il est possible de développer dans une telle série des fonctions non développables en séries ordinaires de Fourier.

» Revenons maintenant aux problèmes plus généraux concernant les séries de factorielles.

» Il est évident qu'une fonction de x ne peut être développée que d'une seule façon selon des factorielles de l'argument x. Quant au développement selon des factorielles de l'argument $\alpha x + \beta$, α et β étant deux constantes finies, nous avons d'abord

$$\Omega(x-\beta) = \int_0^1 \varphi(Z)\, Z^{x-\beta-1}\, dZ;$$

c'est-à-dire que la fonction génératrice de $\Omega(x - \beta)$ sera $\varphi(Z)Z^{-\beta}$, ce qui montre clairement que $\Omega(x)$ peut être développée en série de factorielles de l'argument $x + \beta$. Nous aurons de même

$$\Omega\left(\frac{x}{\alpha}\right) = \int_0 \varphi(e^{-t})\, e^{-\frac{tx}{\alpha}}\, dt = \alpha \int_0^{\infty . \frac{1}{\alpha}} \varphi(e^{-\alpha t})\, e^{-tx}\, dt,$$

où la dernière intégration doit être effectuée de $t = 0$ à $t = \infty$ le long de la ligne droite passant par le point $\frac{1}{\alpha}$. Or, il faut nécessairement que cette intégration s'effectue le long de l'axe des nombres positifs; pour obtenir cela, intégrons le long de la circonférence d'un secteur de rayon infiniment grand et limité par les deux lignes droites susdites. De cette manière, l'intégrale de Cauchy donnera

$$\Omega\left(\frac{x}{\alpha}\right) = \alpha \int_0^\infty \varphi(e^{-\alpha t})\, e^{-tx}\, dt,$$

pourvu que l'on ait à la fois

$$\mathfrak{R}(\alpha) > 0, \qquad \mathfrak{R}(x) > 0, \qquad \mathfrak{R}(x - \alpha\lambda) > 0, \qquad \mathfrak{R}\left(\frac{x}{\alpha}\right) > \lambda,$$

λ désignant le premier nombre caractéristique de $\varphi(Z)$.

» Supposons maintenant ou que $\varphi(Z)$ soit holomorphe dans toute l'étendue du plan, ou que $Z = 0$ soit le seul point singulier fini de $\varphi(Z)$, $Z = 0$ est toujours le seul point singulier fini de $\varphi(Z^\alpha)$ et le nombre caractéristique de cette fonction est respectivement $-\mathfrak{R}(\alpha)$ et $\lambda\,\mathfrak{R}(\alpha)$.

» *Posons αx au lieu de x, nous aurons le développement cherché, dont le champ de convergence se détermine aisément.*

» Le coefficient général se présente sous cette forme remarquable :

$$\sum_{s=0}^{n-1} C_n^s\, \alpha^{n-s+1} f^{(n-s)}(0), \qquad f(t) = \varphi(e^{-t}).$$

» *Les fonctions particulières que nous venons de considérer possèdent toujours des développements de ce genre.*

» Cependant, la multiplication de l'argument, prise dans cette généralité, s'arrête ici. En effet, désignons par $re^{i\nu}$ un point singulier fini et différent de zéro de $\varphi(Z)$, tous les points $(re^{i\nu})^{\frac{1}{\alpha}}$ seront des points singuliers de $\varphi(Z^\alpha)$. Or, un tel point singulier ne doit pas être situé à l'intérieur du cercle

$$x^2+y^2=2x,$$

d'où, en posant

$$(re^{i\nu})^{\frac{1}{\alpha}}=\sigma e^{i\tau},$$

on aura

$$\sigma \geqq 2\cos\tau,$$

condition qui ne peut pas être remplie si α est complexe, ce qui donnera cette proposition :

» *Supposons que $\varphi(Z)$ ait des points singuliers finis, outre $Z=0$, $\Omega(x)$ ne peut être développé en série de factorielles de l'argument αx que si α est un nombre réel.* D'où l'on déduit : *Soit $\varphi(Z)$ une fonction génératrice ayant des points singuliers finis, outre $Z=0$, dont le module ne surpasse pas l'unité, α doit être nécessairement un nombre rationnel.*

» Quant à ces valeurs rationnelles de α, étudions l'angle réel τ. Il est évident que cet angle privé des multiples possibles de 2π ne doit pas être situé entre $+\frac{\pi}{3}$ et $-\frac{\pi}{3}$. Cela posé, l'étude de quelques équations indéterminées en nombres entiers donne cette dernière proposition :

» *Le numérateur de α ne peut être que* 1, 2 *et* 3. *De plus, le numérateur* 3 *n'est possible que dans des cas très particuliers faciles à indiquer.* »

ASTRONOMIE. — *Coïncidences entre les éléments des planètes.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Lœwy.

« Si l'on veut étudier les coïncidences d'un élément déterminé, il faut définir tout d'abord la loi de distribution de cet élément dans l'anneau, c'est-à-dire une certaine fonction φ de cet élément qui soit propre à en figurer la distribution ; or, on ne saurait en rien présumer la forme de cette fonction et, d'autre part, le calcul peut devenir assez rapidement illusoire si l'on introduit des puissances élevées de la variable. Cependant, avec des

précautions, nous avons pu choisir différentes fonctions φ (¹), montrer que la représentation est suffisante, et obtenir des résultats assez concordants pour être comparés avec utilité aux nombres expérimentaux : ces derniers sont très sensiblement supérieurs aux espérances mathématiques qui résultent du choix des différentes fonctions φ, ce qui revient à dire qu'il paraît exister une raison cosmogonique qui prédispose à des coïncidences d'éléments dans l'anneau des astéroïdes, fait important au point de vue de l'hypothèse d'Olbers.

» Par ailleurs (²), nous avons vu l'intérêt qu'il pouvait y avoir à chercher l'influence de Jupiter dans la répartition de l'anneau, ce qui nous a directement conduit à calculer les constantes de Tisserand pour les petites planètes, quantités dont la distribution et les coïncidences méritent d'être étudiées de plus près; car elles nous sont une nouvelle transition continue entre les astéroïdes et les comètes, et viennent confirmer la notion d'origine ou d'actions perturbatrices dirigeantes de même nature pour tous ces astres. De plus, si Jupiter joue un rôle prépondérant, nous arrivons à la compréhension de deux actions également importantes : celle de Mars, de préférence sur le bord qui lui est voisin, et celle de l'anneau sur lui-même par les perturbations considérables de deux planètes passant très près l'une de l'autre; de cette façon, nous avons été conduit à supposer que la masse perturbatrice pouvait être à diverses distances du Soleil, de Jupiter à Mars, en prenant aussi les bords de l'anneau et sa région la plus riche. L'application de l'intégrale de Jacobi nous permet de calculer cinq constantes k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, en nous rapprochant sans cesse du Soleil, quantités dont nous ferons ailleurs une étude plus suivie.

» Mais la théorie indique déjà que l'espérance mathématique des coïncidences est proportionnelle à la latitude permise ε pour les coïncidences d'éléments; en est-il ainsi pratiquement? Nous n'insisterons pas sur les éléments qui définissent géométriquement l'orbite (³), l'excentricité paraissant beaucoup plus sensible et beaucoup plus capricieuse que le moyen mouvement; pour la proportionnalité, nous allons voir qu'elle est assez loin parfois d'être satisfaite. Pour cela, donnant des valeurs très diverses à ε, et nombrant dans chaque cas les coïncidences, nous obtenons des résultats

---

(¹) J. Mascart, *Annales de l'Observatoire de Paris*, t. XXIII.

(²) J. Mascart, *Comptes rendus*, 10 avril 1899; *Bulletin astronomique*, octobre 1899.

(³) J. Mascart, *Bulletin astronomique*, août 1898.

qui, réduits à l'unité, présentent les variations maxima inscrites pour les cas suivants :

e.	$\frac{1}{a}$.	k_1.	k_2.	k_3.	k_4.	k_5.
1 à 1,56	1 à 2,00	1 à 1,68	1 à 1,85	1 à 2,94	1 à 1,29	1 à 1,68

» Il y a lieu, d'ailleurs, de voir comment se produit cette variation singulière suivant que ε croît ou décroît, et l'attention mérite d'être appelée sur telle valeur de k pour laquelle les coïncidences varient presque régulièrement en raison inverse de ε, par laquelle par conséquent l'espérance mathématique devrait être proportionnelle à une puissance de ε inférieure à l'unité.

» Nous allons montrer par un exemple l'utilité qu'il peut y avoir à rapporter les orbites planétaires au plan de Jupiter et non à l'écliptique, comme on le fait assez arbitrairement : si l'on recherche les coïncidences qui peuvent exister entre les longitudes des nœuds et des périhélies, on les trouve aussi fréquentes dans l'un ou l'autre cas sur l'écliptique; le phénomène se modifie d'une manière importante par rapport au plan de l'orbite de Jupiter, et, d'abord, parce que les coïncidences deviennent moins nombreuses que dans le cas précédent, et, surtout, parce que les deux éléments se séparent, les analogies étant sensiblement plus fréquentes pour les périhélies que pour les nœuds, de sorte que Jupiter paraît plutôt laisser subsister celles-ci que celles-là.

» Pour rendre tous ces résultats comparables, il faut les rapporter à un même nombre de planètes, ou de combinaisons possibles, à une même fraction de la variation totale dont est susceptible l'élément étudié, puis adopter pour nombre expérimental la moyenne des nombres relatifs aux diverses valeurs de ε. En opérant ainsi, nous allons indiquer le nombre des coïncidences à $\frac{1}{1000}$ près de l'amplitude possible pour l'élément, c'est-à-dire, par exemple, le nombre des coïncidences à $0^\circ,36$ pour les longitudes; on trouve de la sorte :

e.	$\frac{1}{a}$.	Ω.	ϖ.	k_1.	k_2.	k_3.	k_4.	k_5.
243	393	325	368	333	444	856	496	393

» Ces variations considérables nous ont fait comprendre la nécessité d'une étude plus détaillée, pour chercher ceux de ces éléments qui, en vertu de causes originelles, sont ou non favorisés, en même temps que

pour étudier l'influence des perturbations sur ces singularités. On peut toujours énoncer dès à présent que :

» Il existe des raisons cosmogoniques prédisposant aux coïncidences d'éléments, que l'on rencontre toujours en plus grand nombre que la théorie ne l'indique.

» On peut admettre que l'action de Jupiter tend à diminuer le nombre de ces coïncidences, peut-être par des perturbations séculaires, du moins en ce qui concerne les longitudes des nœuds — et surtout les excentricités. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application des équations de Lagrange aux phénomènes électrodynamiques et électromagnétiques.* Note de M. **Liénard**, présentée par M. A. Potier.

« M. Carvallo (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 924), en prenant comme exemple la roue de Barlow, arrive à ce résultat que les équations de Lagrange ne seraient pas toujours applicables aux phénomènes électrodynamiques, notamment dans le cas des conducteurs à deux ou trois dimensions.

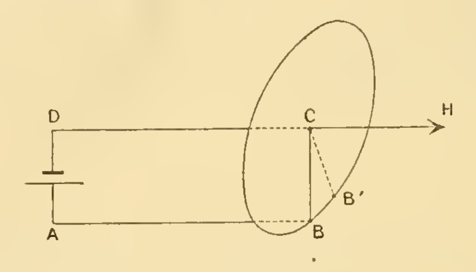
» Nous nous proposons d'établir que cette restriction n'est pas fondée et qu'un raisonnement rigoureux appliqué au calcul des équations de Lagrange conduit bien aux équations exactes du mouvement de la roue de Barlow.

» 1. *Force pondéromotrice exercée sur la roue.* — La force correspondant au paramètre x est égale à $\frac{\partial T}{\partial x}$. ∂T, différentielle partielle par rapport à x, doit naturellement être prise en supposant que les autres variables qui figurent dans T (notamment les y') sont constantes, c'est-à-dire que les *intensités de courant restent constantes pendant le déplacement.*

» Or, que doit-on entendre par là? Est-ce en chaque point de l'espace que la densité de courant doit rester constante, ou, au contraire, par rapport à la matière entraînée? Si l'on se reporte au cas des courants linéaires, la réponse n'est pas douteuse; la question ne se pose même pas : c'est évidemment dans le fil que le courant reste le même. Donc dans un espace à trois dimensions nous devrons aussi, pour calculer $\frac{\partial T}{\partial x}$, opérer comme si les tubes de courant étaient entraînés dans le déplacement et la déforma-

tion de la matière, le flux d'électricité à travers chaque tube conservant sa valeur primitive.

» Supposons que le courant y'_1 remonte dans la roue suivant le rayon vertical BC. Donnons à la roue, pour évaluer ∂T, une rotation virtuelle dx qui amènera BC en B'C. Nous devrons considérer le courant comme sui-



vant maintenant la ligne ABB'CD, ce qui revient à ajouter à l'ancien système de courants un autre courant y'_1 suivant le contour CBB'C. L'augmentation de T est donc égale à $y'_1\, d\Phi$, $d\Phi$ étant le flux à travers CBB'. En ne considérant que l'action du courant y'_2, $d\Phi$ est de la forme $K y'_2\, dx$ et

$$\frac{\partial T}{\partial x} = y'_1 \frac{K y'_2\, dx}{dx} = K y'_1 y'_2.$$

» L'erreur de M. Carvallo a uniquement pour origine la symétrie du système qui fait que, pendant la rotation de la roue, le courant suit toujours la verticale de C. Cela amenait tout naturellement à supposer que, dans un déplacement virtuel, il fallait aussi considérer le courant comme fixe dans l'espace.

» 2. *Force électromotrice d'induction.* — Son expression pour un courant linéaire fermé où circule un courant y' est $-\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial y'}$. Le calcul de $\frac{\partial T}{\partial y'}$ ne présente aucune particularité, car il faut supposer les x constants, c'est-à-dire tout au repos. $\frac{\partial T}{\partial y'}$ est égal au flux Φ à travers le contour et $-\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial y'} = -\frac{d\Phi}{\partial t}$.

» C'est le calcul de $\frac{d}{dt}$ qui est sujet à erreur. Considérons encore le cas d'un circuit linéaire. $d\Phi$ représente évidemment la variation totale de Φ, due tant à la variation du champ qu'au déplacement du circuit dans le champ. De même ici, dans le calcul de $\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial y'}$, nous devons tenir compte de ce que, par une rotation dx, le *circuit matériel* ABCD prend

la forme ABB'CD. Le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits étant nul, la variation de $\frac{\partial T}{\partial y'}$, ou Φ, se réduit à $K y'_2 dx$, d'où

$$-\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial y'} = -K y'_2 \frac{dx}{dt} = -K y'_2 x'_1.$$

» Nous nous sommes borné à l'examen du cas étudié par M. Carvallo, mais nous avons vérifié d'une façon absolument générale que la théorie de Maxwell est applicable au cas de conducteurs à trois dimensions, même s'il y a dans le champ des aimants permanents et des corps magnétiques parfaitement doux, à perméabilité constante ou non. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Électrodynamique des corps en mouvement.* Note de M. E. **Carvallo**, présentée par M. H. Poincaré.

« 1. *Introduction.* — L'analyse de la charge d'un condensateur par un courant voltaïque conduit (¹), pour les corps en repos, à ces lois :

» 1° *Le flux du courant total à travers toute surface fermée est nul.*

» 2° *La force électromotrice totale dans tout contour fermé est nulle.*

» J'en ai déduit les équations de l'Électrodynamique pour les corps en repos (²). Je vais étendre ces résultats aux corps en mouvement.

» 2. *Les deux lois fondamentales étendues aux corps en mouvement.* — La première loi est une loi de liaison analogue à celle de l'incompressibilité des liquides. Elle s'étend de la même façon aux corps mobiles : la surface à travers laquelle on compte le flux peut être soit fixe, soit mobile avec l'un des corps. Quant à la deuxième loi, c'est celle des travaux virtuels pour les déplacements compatibles avec la liaison d'incompressibilité. Comment doit-on l'appliquer aux corps en mouvement? Il faut prendre les déplacements compatibles avec les liaisons du système *considéré fictivement comme au repos* dans sa situation à l'époque t. Ce sont les déplacements électriques qu'on peut imaginer suivant tous les contours fermés. Ainsi la deuxième loi s'applique encore à tous les contours fermés fixes. L'expression du travail des forces d'inertie sera seule changée; c'était, pour les corps en repos, le flux du vecteur $-a'$, vitesse de variation de

(¹) E. Carvallo, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1290; 30 décembre 1901.

(²) E. Carvallo, *Ibid.*, t. CXXXIV, p. 36; 6 janvier 1902.

l'induction magnétique changée de signe; pour les corps en mouvement, il résulte de ma Note du 23 décembre sur les lois de l'*inertie* électrique [1] que ce sera le même flux augmenté de l'intégrale du vecteur $f|[x'a]$ le long du contour. Je vais rappeler ce qu'est ce vecteur. J'en profiterai pour combler une lacune que j'ai vivement regrettée.

» 3. *Force électromotrice d'induction due au mouvement de la matière.* — J'ai établi dans ma Note du 23 décembre que, pour les conducteurs magnétiques ou non et pour les électrolytes, cette force est représentée en chaque point par le même vecteur $|[x'a]$ qui représente le parallélogramme construit sur la vitesse x' et l'induction magnétique a. Pour les diélectriques, j'ai dit que l'expérience faisait défaut. Or M. Blondlot la réalisait quand j'écrivais ma Note [2]. Il a trouvé une force nulle pour l'air. Je pense que, pour un diélectrique dont le pouvoir inducteur spécifique est K_1 différent de celui du vide K_0, on trouverait $\frac{K - K_0}{K}\Big|[x'a]$, comme l'indique M. Blondlot d'après Lorentz. Quoi qu'il en soit, on peut représenter la force par $f|[x'a]$, f étant égal à 1 pour les conducteurs et les électrolytes, à zéro approximativement pour les gaz, la valeur de f restant à préciser pour les diélectriques autres que les gaz, voisins du vide.

» 4. *Équations de l'Électrodynamique pour les corps en mouvement.* — On les obtient comme pour les corps en repos. Ce sont d'abord, pour les milieux continus [3],

$$(1) \qquad \frac{d}{dx}\Big|u = 0, \qquad \Big|\frac{d}{dx}U = a' - \Big|\frac{d}{dx}f\Big|x'a.$$

» Pour les surfaces de discontinuité, la composante normale du courant total u est continue; la composante tangentielle de la force électromotrice $U + f|x'a$ est continue.

» La première équation (1) est celle d'incompressibilité; l'autre exprime le principe des travaux virtuels pour les déplacements électriques δq compatibles avec la liaison d'incompressibilité. Nous devons écrire, en outre, l'équation des travaux virtuels pour les déplacements compatibles avec la mobilité mécanique des corps qui forment le système.

---

(1) E. Carvallo, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1195; 23 décembre 1901. C'est par erreur typographique que cette Note a été intitulée : « Lois de l'*énergie* électrique. » C'est *inertie* qu'il faut lire.

(2) Blondlot, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 778; 11 novembre 1901.

(3) E. Carvallo, *Loc. cit.* Notation de Grassmann.

Pour cela, j'appelle T_1 la force vive proprement dite et q_1 l'un des paramètres de mobilité. Le travail virtuel pour $\delta q_1 = 1$ comprend plusieurs termes : le travail des tensions électriques de potentiel W, c'est $-\frac{dW}{dq_1}$; le travail des autres forces appliquées (mains de l'observateur, par exemple), je le désigne par Q_1 ; le travail des forces d'inertie d'origine purement mécanique, c'est $-\left(\frac{dT_1}{dq'_1}\right)' + \frac{dT_1}{dq_1}$, quand la formule de Lagrange est applicable; enfin le travail des forces d'inertie électrique $f|[ua]$, c'est l'intégrale de volume étendue à tout l'espace

$$\int f\left(\frac{dx}{dq_1}\, ua\right) d\tau$$

du parallélépipède construit sur les trois vecteurs $\frac{dx}{dq_1}$, u et a, et multiplié par la constante f du n° 3. L'équation des travaux virtuels correspondant à la coordonnée q_1 est donc

$$(2) \qquad Q_1 - \frac{dW}{dq_1} = \left(\frac{dT_1}{dq'_1}\right)' - \frac{dT_1}{dq_1} - \int f\left(\frac{dx}{dq_1}\, ua\right) d\tau.$$

» Aux équations (1), (2) on peut ajouter celles qui concernent le champ magnétique et l'induction magnétique

$$(3) \qquad \left|\frac{d}{dx}\alpha = 4\pi u, \quad \frac{d}{dx}\right| a = 0.$$

» Aux surfaces de discontinuité, les composantes tangentielles de α sont continues, les composantes normales de a sont continues.

» Si les corps ne sont pas magnétiques, a est égal à α; dès lors, les équations (1), (2), (3) et les conditions aux surfaces de discontinuité déterminent le mouvement électrique et le mouvement mécanique du système, puisqu'elles forment l'expression complète du principe général des travaux virtuels.

» 5. *Équation de l'énergie.* — C'est l'équation des travaux virtuels où l'on remplace le déplacement virtuel par le déplacement réellement pris. On trouve que l'énergie fournie au système par les sources extérieures égale l'accroissement de son énergie totale composée de deux énergies potentielles et de deux énergies cinétiques, l'énergie électrique et l'énergie purement mécanique.

» 6. *Conclusions.* — 1° J'ai étendu aux corps en mouvement les deux lois fondamentales de l'Électrodynamique établies pour les corps en repos

dans une Note antérieure. La première loi est la liaison d'incompressibilité, la deuxième est la manifestation du principe des travaux virtuels sous la forme particulière qui convient à l'électricité.

» 2° J'ai donné les équations générales de l'Électrodynamique pour les corps en mouvement. Ce sont les équations des travaux virtuels.

» 3° L'équation de l'énergie s'en déduit comme en Mécanique.

» Ce sujet mérite des développements. Je les donnerai incessamment dans une publication d'ensemble sur l'Électrodynamique. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Constantes critiques et complexité moléculaire de quelques composés organiques.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **Ed. Mallet**, présentée par M. Sarrau.

« 1. Nous transcrivons, dans les deux Tableaux qui suivent, les résultats relatifs à une nouvelle série de mesures de constantes critiques. Pour la signification des abréviations et la disposition des Tableaux, nous renvoyons aux explications données dans une Note antérieure [1].

Tableau I.

Corps.	T_c.	p_c.	K_c.	$a_1 \times 10^4$.	$b_1 \times 10^4$.	$a \times 10^{-6}$.	b.
Anisol $C^6H^5OCH^3$	641,5	41,25	15,55	615,8	74,36	28,35	159,6
Phénétol $C^6H^5OC^2H^5$	647,0	33,8	19,14	785,6	92,78	35,20	196,4
m-crésol $C^6H^4CH^3OH$ (1.3)	705,0	45,0	15,67	682,9	74,97	31,41	160,8
Aniline A $C^6H^5NH^2$	698,8	52,4	13,34	566,0	63,25	26,51	136,9
» B »	698,5	52,3	13,36	566,7	63,35	26,54	137,1
Diméthylaniline A $C^6H^5N(CH^3)^2$	687,7	35,6	19,32	844,2	93,72	37,78	198,2
» B »	687,2	36,0	19,09	832,3	92,53	37,30	195,9
Diméthyl-*o*-toluidine $C^6H^4CH^3N(CH^3)^2$	667,8	30,8	21,68	936,3	106,1	41,15	222,5

» Les quantités inscrites au Tableau II ont pour but de permettre de déterminer la complexité moléculaire des corps étudiés en prenant pour bases les règles fondamentales que nous avons résumées. L'application de ces règles conduit aux remarques suivantes :

» 1° Les composés aromatiques oxygénés et azotés que nous avons étudiés ne sont pas polymérisés à l'état critique, du moins d'une façon appréciable; cela résulte de la grandeur des rapports $D_c : D$ et $MR : K_c$.

---

[1] Guye et Mallet, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1287.

Pour aucun d'eux, ce dernier n'est nettement inférieur à 1,8; les valeurs obtenues, généralement voisines de 2,0, sont du même ordre de grandeur que celles qui caractérisent le benzène (2,13) et le chlorobenzène (2,10).

TABLEAU II.

Corps.	$MR : K_c$.	$D_c : D$.	f.
Anisol.	2,03	3,91	3,19
Phénétol.	1,89	4,14	3,32
m-crésol.	2,01	4,11	3,40
Aniline A.	2,17	4,00	3,22
» B.	2,17	4,01	3,22
Diméthylaniline A.	2,00	4,16	3,26
» B.	2,03	4,11	3,26
Diméthyl-*o*-toluidine. . .	1,97	4,08	3,24

» 2° L'examen des valeurs $MR : K_c$, $D_c : D$ et f indique aussi qu'entre le point d'ébullition et le point critique ces composés ne sont pas polymérisés d'une façon appréciable; seules les valeurs de f accuseraient peut-être une très faible polymérisation dans la phase liquide à basse température, et encore, sauf pour le métacrésol, ces valeurs, voisines de 3,2, sont-elles d'un ordre de grandeur déjà observé avec des corps non polymérisés, tel, par exemple, le décane ($f = 3,3$).

» Ces conclusions se trouvent néanmoins appuyées par le fait que : 1° les ascensions capillaires de l'aniline ([1]) indiquent une faible polymérisation dans la phase liquide, à basse température (bien en dessous du point d'ébullition); et 2° les ascensions capillaires du métacrésol ([2]) démontrent qu'à des températures voisines du point d'ébullition ce composé est encore partiellement polymérisé dans la phase liquide.

» 2. Notre dernière série de mesures concerne le groupe des nitriles, à propos duquel nous avons fait les observations consignées aux Tableaux III et IV ci-après :

([1]) DUTOIT et FRIDERICH, *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 4e série, t. IX, p. 505.

([2]) GUYE et BAUD, *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 4e série, t. XI, p. 549.

Tableau III.

Corps.	T_c.	p_c.	K_c.	$a_1 \times 10^4$.	$b_1 \times 10^4$.	$a \times 10^{-6}$.	b.
Acétonitrile CH^3CN...	543,2	47,7	11,39	369,9	53,59	17,59	116,9
Propionitrile C^2H^5CN.	558,7	41,3	13,53	459,6	64,20	21,49	138,8
Butyronitrile C^3H^7CN.	582,1	37,4	15,56	559,0	74,40	25,74	159,7
Capronitrile $C^5H^{11}CN$.	621,8	32,15	19,34	764,1	93,82	31,19	198,5
Benzonitrile C^6H^5CN..	699,2	41,6	16,81	732,7	80,77	33,42	172,5

Tableau IV.

Corps.	MR : K_c.	D_c : D.	f.
Acétonitrile	0,95	5,93	3,15
Propionitrile	1,14	5,22	3,16
Butyronitrile	1,28	4,86	3,17
Capronitrile	1,50	4,46	3,37
Benzonitrile...........	1,79	4,48	3,16

» L'examen des valeurs numériques consignées au dernier Tableau permet de formuler les conclusions suivantes :

» 1° A l'état critique, tous les nitriles aliphatiques sont nettement polymérisés, ainsi que cela résulte des valeurs des rapports MR : K_c et D_c : D;

» 2° Leurs coefficients de polymérisation sont les plus forts qui aient été observés jusqu'à présent; pour l'acide acétique, M. S. Young indique comme valeur de D_c : D le nombre 4,99;

» 3° La polymérisation décroît à partir du premier terme, tout en étant encore très appréciable avec le capronitrile;

» 4° Le benzonitrile lui-même est peut-être encore partiellement polymérisé à l'état critique; car la valeur MR : $K_c = 1,79$ est faible pour un composé aromatique;

» 5° Entre le point d'ébullition et le point critique, les nitriles étudiés par nous restent polymérisés dans les deux phases, ainsi que l'indiquent les valeurs de f; toutefois, pour le capronitrile ($f = 3,37$), la dépolymérisation est déjà appréciable.

» Ces conclusions viennent confirmer et généraliser ce que MM. Dutoit et Friderich (¹) ont établi, pour la phase liquide, dans un intervalle plus restreint de température, par leurs mesures d'ascensions capillaires rela-

(¹) Dutoit et Friderich, *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 4e série, t. IX, p. 119.

tives aux nitriles (acétonitrile, propionitrile, butyronitrile, *p*-tolunitrile). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés physiques de l'hydrogène sélénié.* Note de MM. DE FORCRAND et FONZES-DIACON.

« L'hydrogène sélénié a été peu étudié jusqu'ici au point de vue physique, ce qui tient sans doute à la difficulté de le préparer pur et sec, à son altération assez rapide, et aussi à son action toxique bien connue. On sait seulement qu'il ne se liquéfie pas à — 15° sous la pression atmosphérique, que sa densité gazeuse (2,795) est très voisine de la densité théorique, et que ses données critiques sont + 137° et 91^{atm}.

» On sait aussi généralement qu'il est beaucoup plus soluble dans l'eau que l'hydrogène sulfuré, renseignement peu précis, et inexact d'ailleurs, qui paraît dû à Berzelius.

» Dans le but de combler quelques-unes des lacunes que présente encore l'étude de ce composé, nous avons employé pour l'obtenir le procédé imaginé par l'un de nous ([1]); il consiste à introduire dans une éprouvette pleine de mercure un fragment de séléniure d'aluminium pur et quelques gouttes d'eau froide. L'attaque se fait lentement et donne un gaz parfaitement pur; il est en outre absolument sec, si le séléniure d'aluminium est en excès. On peut alors le faire passer, sur la cuve à mercure même, dans les vases destinés à l'étudier, sans être aucunement incommodé dans ces opérations, comme on le serait s'il fallait employer un courant gazeux provenant d'un appareil générateur.

» Nous nous sommes proposé de déterminer la température de liquéfaction ou d'ébullition sous la pression atmosphérique, la densité à l'état liquide à cette température, la température de solidification, et la solubilité dans l'eau.

» I. *Température d'ébullition.* — Le gaz était introduit dans un tube en U renversé, de 30^{cm} environ de hauteur, dont une des branches était fermée et beaucoup plus étroite que l'autre ([2]). On transportait ensuite la branche ouverte sur une cuve profonde et l'on refroidissait la branche extérieure fermée, au moyen d'un bain de chlorure de méthyle avec courant d'air sec. Un peu au-dessous de — 40°, le gaz s'est

---

([1]) FONZES-DIACON, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1314.

([2]) Les diamètres étaient respectivement 18^{mm} et $2^{mm},5$.

condensé en un liquide incolore. On cherchait alors, en faisant varier lentement la température, à quel moment la pression devenait égale à 760^{mm} : nous avons trouvé ainsi — 42° pour le point d'ébullition ([1]) sous la pression normale.

» II. *Densité de l'hydrogène sélénié liquide à* — 42°. — On répétait l'expérience précédente en ayant soin de viser avec un cathétomètre la hauteur du liquide condensé dans la branche étroite, au-dessus de son extrémité fermée, à l'instant où la pression devenait égale à 760^{mm}. On notait aussi, sur le tube large, le niveau du mercure à ce moment, et on le notait encore au début ou à la fin de l'expérience sous la pression atmosphérique, alors que tout l'appareil était rempli de gaz à la température ordinaire. Il suffisait alors de séparer les deux tubes et de mesurer le volume occupé par le gaz qui s'était condensé et par le liquide. Nous avons trouvé ([2]) ainsi une densité de 2,12 pour l'hydrogène sélénié liquide à — 42°.

» III. *Température de solidification.* — On s'est encore servi du même appareil en ayant soin d'ajouter de la neige carbonique au bain de chlorure de méthyle et de condenser brusquement le gaz dans la branche étroite, à une température voisine de — 85°. Dans ces conditions, l'hydrogène sélénié n'a pas le temps de se réunir en masse au fond du petit tube; il se fige en parcelles solides et séparées contre les parois très froides. On peut dès lors saisir très exactement à quel moment ces parcelles fondent en gouttelettes et se rassemblent immédiatement à la partie inférieure, en suivant la marche très lentement ascendante du thermomètre. A — 64° le phénomène s'est produit très nettement. Le point de fusion est donc — 64°.

» IV. *Solubilité dans l'eau.* — Dans un tube gradué étroit ([3]) nous avons introduit exactement $0^{cm^3},7$ d'eau bouillie, puis un excès de gaz. Le tout a été agité à plusieurs reprises et abandonné sur la cuve à mercure pendant plusieurs heures, à la pression atmosphérique et à température constante (+13°,2). La diminution du volume, toutes corrections faites, était de $2^{cm^3},32$. La solubilité est donc de $3^{vol},31$ à + 13°,2. En opérant de même à + 4°, nous avons obtenu comme solubilité $3^{vol},77$; à + 9°,65, $3^{vol},43$. Enfin, à + 22°,5 nous avons eu $2^{vol},70$. Ce gaz n'est donc pas très soluble ([4]).

» Toutes ces expériences doivent être conduites aussi rapidement que possible, pour éviter l'altération spontanée de l'hydrogène sélénié en pré-

---

([1]) Toutes nos mesures de températures basses ont été faites avec des thermomètres Baudin à toluène, en $\frac{1}{10}$ de degré, gradués par comparaison avec le thermomètre à hydrogène et dont le zéro avait été vérifié.

([2]) Comme contrôle de notre méthode, nous avons déterminé de la même manière la densité de AzH^3 liquide, que nous avons trouvée égale à 0,61. Les expériences de Ph. Joly (*Rep. Chim. pure,* t. III, p. 369) avaient donné 0,62.

([3]) Gradué par M. Baudin suivant la méthode de M. Berthelot pour les tubes gazométriques.

([4]) Nous n'avons pas pu déterminer la solubilité à des températures voisines de 0°, à cause de la formation de l'hydrate cristallisé, sur lequel nous reviendrons prochainement.

sence du mercure et sous l'influence de la lumière. Cependant cette décomposition est plus lente que nous ne le pensions; dans l'obscurité, elle est à peu près nulle au bout de 2 ou 3 jours; nous avons trouvé seulement 15 pour 100 d'hydrogène libre dans un échantillon d'hydrogène sélénié pur, après une semaine d'exposition en pleine lumière, en présence du mercure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Remarques sur les oxydes de molybdène.* Note de M. **Marcel Guichard**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans le Mémoire que j'ai publié sur les oxydes de molybdène ([1]), j'ai admis, après Bucholz, Berzelius, Rammelsberg, etc., que l'oxyde rouge de molybdène était du bioxyde hydraté.

» Dans un Travail publié en janvier 1901, M. Peter Klason ([2]) attribue à l'oxyde rouge la composition $Mo^2O^5, 3H^2O$; en admettant cette conclusion, il n'y aurait donc plus d'oxyde correspondant au bioxyde anhydre.

» Il faut noter que l'oxyde rouge hydraté n'a pas encore été isolé jusqu'ici à l'état de pureté, qu'il renferme toujours du chlorhydrate d'ammoniaque et de l'acide molybdique, et que, dans sa préparation, on ne s'est jamais préoccupé d'éviter son oxydation par l'air.

» Je pense donc qu'il y a lieu de reprendre l'étude de l'oxyde rouge de molybdène de façon à l'obtenir parfaitement pur et à en faire l'analyse complète, en dosant le métal, l'oxygène et l'eau; j'ai entrepris des expériences sur cette question.

» Dans un autre Mémoire ([3]), M. Peter Klason décrit plusieurs oxydes bleus de molybdène de formules $Mo^2O^5, 24MoO^3, 24H^2O$ et $Mo^2O^5, 18MoO^3, 21H^2O$ obtenus en laissant s'oxyder à l'air, pendant quelques heures ou quelques mois, le chlorure de molybdényle et d'ammoniaque. Il pense que les oxydes bleus ne sont pas des molybdates, mais des acides complexes analogues à l'acide phosphomolybdique.

» Plus récemment, M. Bailhache a préparé, par doubles décompositions entre le sulfate $Mo^2O^5, 2SO^3$ ou $Mo^2O^3, 2SO^4$ et des molybdates de baryum, plusieurs combinaisons bleues auxquelles il a donné les formules

$$Mo^2O^3, 2MoO^4, 6H^2O \quad \text{et} \quad (Mo^2O^3)^3 Mo^2O^{24}, 18H^2O.$$

([1]) *Thèse* présentée à la Faculté des Sciences de Paris, décembre 1900.
([2]) *Ber. der d. ch. G.*, t. XXXIV, p. 148.
([3]) *Ber. der d. ch. G.*, t. XXXIV, p. 158; 1901.

Il pense qu'il y a toute une série d'oxydes bleus correspondant aux molybdates de baryum.

» Il y aurait donc aujourd'hui au moins cinq oxydes bleus de formules différentes.

» Plusieurs d'entre elles correspondent à des compositions très voisines : c'est ainsi que l'oxyde bleu M^2O^3, $2MoO^4$, $6H^2O$ de M. Bailhache renferme, anhydre, *théoriquement*, 68,57 pour 100 de métal et que celui que j'ai décrit en renferme en moyenne 68 pour 100.

» Les formules des autres oxydes indiquent moins de métal et plus d'oxygène.

» Or il est visible que, dans la préparation de ces derniers, on n'a pas cherché à éviter la présence d'acide molybdique en excès ou l'oxydation par l'air.

» Dans de nombreuses expériences non publiées, j'ai obtenu souvent des échantillons d'oxyde bleu de compositions différentes; je n'ai retenu définitivement que les méthodes de préparation donnant un oxyde de composition constante, exempt d'acide molybdique, et fait à l'abri de l'air.

» L'existence de plusieurs oxydes bleus de molybdène ne peut être admise que si l'on trouve entre ces différents oxydes des différences dans les propriétés physiques ou chimiques : les variations dans la composition centésimale de ces composés devant être attribuées, lorsqu'elles sont un peu considérables, à la présence d'acide molybdique dans l'oxyde préparé.

» Les Travaux que j'ai cités apportent d'ailleurs des modes nouveaux et intéressants de formation de l'oxyde bleu, mais je crois que tous ces oxydes sont identiques avec celui dont j'ai donné l'étude détaillée, ou sont des mélanges de ce composé et d'acide molybdique.

» La pluralité des oxydes bleus ne semble donc pas démontrée.

» La constitution de ces corps nous étant d'ailleurs parfaitement inconnue, on peut leur donner plusieurs formules différentes, suivant qu'on veut schématiser tels ou tels modes de formation, telles ou telles propriétés.

» Il est donc naturel d'attribuer, si on le désire, à l'oxyde bleu une formule renfermant du molybdyle ou du molybdényle, pourvu que cette formule corresponde à environ 68 pour 100 de métal. Si j'ai donné une formule renfermant de l'acide molybdique et de l'oxyde de molybdène, c'est parce qu'il se comporte en toutes circonstances, dans ses réactions, comme un molybdate d'oxyde de molybdène. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la décomposition de l'acétylène pendant sa combustion.* Note de M. FERNAND GAUD.

« Lorsque, dans un bec à trous très fins, on brûle l'acétylène tel qu'il est obtenu de la décomposition de l'eau par le carbure de calcium, on ne tarde pas à constater que les orifices de sortie du gaz noircissent, puis se recouvrent d'un dépôt annulaire de carbone, allant en grandissant jusqu'à prendre les proportions d'une excroissance aux formes des plus capricieuses. Le débit devient irrégulier et l'on dit alors que le bec est encrassé.

» Ce phénomène de décomposition, qui a été le grand écueil de l'industrie de l'acétylène à son début, n'a jamais été étudié systématiquement, et le remède à l'encrassement a été cherché en modifiant de la façon la plus empirique l'un des deux facteurs en jeu : brûleur ou gaz brûlé. Les uns, attribuant le dépôt de carbone à l'influence décomposante de la température élevée prise par les becs, ont songé, pour rendre l'acétylène moins sensible à l'action de cette chaleur, à le diluer avec soit un gaz inerte, soit l'air atmosphérique, et ils ont créé dans ce but des becs spéciaux, dits *à mélange et à entraînement d'air*. Les autres, soupçonnant les impuretés du gaz brut d'être pour quelque chose dans l'encrassement, préconisent une épuration sévère du gaz.

» Devant cette divergence d'opinions, nous avons voulu soumettre la question à une expérimentation rigoureuse : ce sont les résultats de notre Travail que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» Nos expériences, faites d'abord sur des becs brûlant du gaz chimiquement pur, puis sur des becs brûlant du gaz souillé méthodiquement de chacune des impuretés ordinaires, nous ont démontré que si, dans certaines circonstances, la chaleur gagnée par la matière du bec peut se transmettre au gaz et favoriser sa décomposition en ses éléments, il est certain que constamment la présence de l'hydrogène sulfuré et des produits thioniques suffit pour provoquer cette décomposition dès la formation de la flamme.

» Dans la présente Communication, nous établirons seulement la première partie de nos conclusions.

» Un seul auteur, M. Bullier, a étudié scientifiquement le phénomène de l'encrassement. Dans son Mémoire sur les applications de l'acétylène à l'éclairage (*Bull. de la Société chim.*, 3e série, t. XVII, p. 646), ce savant attribue la séparation du carbone

à la décomposition des polymères de l'acétylène, ces polymères se formant à l'intérieur des becs « par suite, dit-il, de l'analogie de ceux-ci avec de véritables tubes à analyse » des gaz, le débit étant très faible par rapport à la quantité de gaz accumulée dans la » tête de ces becs ».

» Pour contrôler cette assertion, nous avons préparé de l'acétylène aussi pur que possible, en soumettant le gaz obtenu du carbure industriel à tous les lavages nécessaires, et nous l'avons brûlé dans des becs Manchester de 30^l, becs constitués par de petits cylindres en laiton enfermant une plaque de stéatite, percée dans son épaisseur de deux trous convergents : ces derniers débouchaient au fond d'une petite cupule, de 1^{mm} de diamètre et 5^{mm} de profondeur. Nous avons constaté que, lorsque ces becs étaient maintenus aux environs de leur pression normale d'utilisation, le dépôt de carbone apparaissait sur les points du bord de la cupule léchés par la flamme et sa formation n'était nettement appréciable qu'au bout de 12 à 15 heures de marche consécutives. Au bout de 100 heures de fonctionnement du bec, le dépôt gagne quelque peu en épaisseur et en étendue, mais sans jamais atteindre les orifices de sortie du gaz qui, en aucun cas, n'ont été obstrués, bien qu'il n'y ait aucune solution de continuité entre leur bord et la naissance de la flamme.

» Ces avantages disparaissent si l'on réduit la pression au point de mettre la flamme en veilleuse. Dans cette forme, la flamme est courte et épaisse : elle frôle une surface bien plus grande de la tête du bec ; il suffit de quelques minutes pour voir noircir celle-ci et de quelques heures pour voir émerger le filament caractéristique ; mais avec l'acétylène pur nous n'avons pas observé d'engorgement sensible des canaux du gaz avant 60 heures environ de fonctionnement. Nos essais ont porté sur plusieurs modèles de becs Manchester, et tous nous ont conduit au même résultat : pas d'encrassement tant que le bec brûle normalement ; encrassement rapide si la flamme est réduite au minimum. Ce résultat différentiel n'a rien qui doive étonner ; il est facile de l'accorder avec la théorie Bullier.

» Il est généralement admis que la polymérisation de l'acétylène est possible dès la température de 100° ; comme l'encrassement est, d'après la théorie donnée par M. Berthelot, consécutif à cette polymérisation, il nous suffisait de rechercher si, dans les cas où nous obtenions un encrassement très net, nous pouvions constater ou démontrer dans le gaz brûlé une élévation préalable de température égale ou supérieure à 100°. La preuve contraire devait être faite. Nous ne pouvions songer à effectuer une mesure directe de la température du gaz dans l'intérieur d'un bec, mais rien ne s'opposait à ce que nous déterminions celle du bec lui-même et utilisions cette donnée pour calculer le nombre de degrés gagnés par le gaz pendant son séjour dans le bec. Cette dernière température nous est donnée par la formule du réchauffement des gaz établie par Witz,

$$\frac{dt}{d\theta} = v = \alpha(\beta\theta + \gamma\theta^2),$$

où θ exprime la température centigrade de l'enceinte, t celle de l'air, v le nombre de degrés gagnés en 1 seconde, α, β, γ des coefficients qui pour l'air sont 1,48, 0,11 et 0,0019 (nous admettons que la conductibilité de l'acétylène est égale à celle de l'air).

» En considérant que la masse du gaz enfermée dans la tête du bec met pour s'écouler tout entière un temps qui dépend du débit actuel du bec, et tenant compte

que le volume moyen des chambres ne dépasse pas $0^{cm^3},25$ et la température de leur paroi 400°, nous trouvons les chiffres suivants pour la température prise par le gaz :

Débit horaire........	2^l	4^l	10^l	20^l	30^l
dt..................	231°	115°	46°	23°	16°

» Ces résultats montrent que la polymérisation ne devient possible que si le débit des becs, construits pour 30^l, descend au-dessous de 5^l, c'est-à-dire devient inférieur au $\frac{1}{6}$ de sa valeur normale. C'est ce que nous avait appris l'expérience directe, et c'est seulement avec cette restriction que la théorie Bullier doit être acceptée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le tribromo et le triiododinaphtoxanthonium et sur les éthers bromhydrique bibromé et iodhydrique biiodé du prétendu binaphtylène-glycol.* Note de M. R. **Fosse**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note précédente, nous avons attribué aux dérivés monohalogénés des xanthènes, obtenus soit par les hydracides sur les hydrols, soit par les halogènes sur les xanthènes, la formule de constitution suivante, que nous devons à M. Haller :

CH

O — X

» Les corps représentés par cette formule, où l'oxygène fonctionne comme tétravalent en échangeant une liaison avec le carbone opposé, doivent pouvoir fixer 2^{at} d'halogène en donnant des dérivés trihalogénés.

» L'expérience a vérifié cette hypothèse et nous a conduit, dans le cas du dinaphtoxanthène

$$C^{10}H^6 \left\langle {CH^2 \atop O} \right\rangle C^{10}H^6,$$

aux dérivés trihalogénés

$$C^{10}H^6 \left\langle {C(H)(X) \atop O(X)(X)} \right\rangle C^{10}H^6.$$

» En outre, ces dérivés trihalogénés $C^{21}H^{13}X^3O$ sont identiques aux corps décrits dans la littérature chimique comme possédant à tort la formule $C^{22}H^{13}X^3O$ et le nom inexact d'*éthers d'hydracides bihalogénés*.

» *Action du brome sur le monobromodinaphtoxanthonium.* — Si, à une solution acétique chaude de 1^{moi} de monobromodinaphtoxanthonium $C^{10}H^6\left\langle \begin{array}{c} CH \\ | \\ O \\ \diagdown \\ Br \end{array} \right\rangle C^{10}H^6$, l'on ajoute 2^{at} de brome, on obtient un précipité rouge carmin formé sans dégagement de H Br.

» Le corps formé répond à la formule $C^{21}H^{13}Br^3O$.

» L'équation qui lui a donné naissance est

(1)
$$C^{10}H^6\left\langle \begin{array}{c} CH \\ | \\ O \\ \diagdown \\ Br \end{array} \right\rangle C^{10}H^6 + Br^2 = C^{10}H^6\left\langle \begin{array}{c} Br \quad H \\ \diagdown\diagup \\ C \\ \\ O \\ \diagup\diagdown \\ Br \quad Br \end{array} \right\rangle C^{10}H^6.$$

Les 3^{at} de brome sont bien fixés sur le carbone et l'oxygène opposés du noyau pyranique et non sur les carbones benzéniques, puisque l'alcool bouillant les élimine.

» *Action du brome sur le dinaphtoxanthène.* — On peut obtenir directement le dérivé tribromé par l'action du brome sur une solution acétique chaude du dinaphtoxanthène.

» *Action de l'alcool.* — L'alcool bouillant agit sur le tribromodinaphtoxanthonium comme sur le monobromodinaphtoxanthonium; il régénère le dinaphtoxanthène et se transforme en éthanal

$$C^{10}H^6\left\langle \begin{array}{c} CH\,Br \\ O \\ \diagdown\!\!\diagdown \\ Br^2 \end{array} \right\rangle C^{10}H^6 + 2C^2H^6O = 2C^2H^4O + 3HBr + CH^2\left\langle \begin{array}{c} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{array} \right\rangle O.$$

» Le *prétendu éther bromhydrique bibromé* $C^{22}H^{13}O.Br^3$, obtenu par Br sur l'éther bromhydrique du prétendu binaphtylèneglycol, d'après

(2)
$$\begin{array}{l} C^{10}H^6 - C - Br \\ | \qquad\quad \Vert \\ C^{10}H^6 - C - OH \end{array} + Br^2 = \begin{array}{l} C^{10}H^6 - C - Br^2 \\ | \qquad\quad | \\ C^{10}H^6 - C\left\langle \begin{array}{l} OH \\ Br \end{array} \right. \end{array}$$

n'est autre chose que le tribromodinaphtoxanthonium. On se rappelle que nous avons montré l'identité de l'éther bromhydrique du prétendu binaphtylèneglycol avec le monobromodinaphtoxanthène; l'équation (2) doit donc être remplacée par (1) et la formule inexacte

$$C^{22}H^{13}O.Br^3 \quad \text{par} \quad C^{21}H^{13}O.Br^3.$$

» Le *triiododinaphtoxanthonium* $C^{10}H^6\left\langle\begin{matrix}CHI\\O\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^6$ (avec I^2 sur O) est un corps cristallisé en aiguilles rouges à reflets verts; nous l'avons obtenu par l'action directe de l'iode sur une solution benzénique chaude de dinaphtoxanthène.

» L'action de l'alcool sur ce corps est la même que sur le dérivé tribromé.

» De même, *l'éther iodhydrique biiodé du prétendu* binaphtylène glycol $C^{22}H^{13}O.I^3$ doit être remplacé par le triiododinaphtoxanthonium $C^{21}H^{13}O.I^3$:

$$C^{10}H^6\left\langle\begin{matrix}CHI\\O\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^6. \text{ »}\quad (\text{O lié à I, I})$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des éthers propioniques monohalogénés sur l'acétylacétone sodée*. Note de M. **Fr. March**, présentée par M. Haller.

« Poursuivant mes recherches sur l'action des éthers halogénés des acides saturés de la série grasse sur l'acétylacétone sodée (1), j'ai fait réagir sur ce sel de sodium l'α-bromopropionate et le β-chloropropionate d'éthyle. Ces deux réactions m'ont permis de préparer l'α-méthyl-ββ-diacétylpropionate d'éthyle et le ββ-diacétylbutyrate d'éthyle.

» I. *Action de l'α-bromopropionate d'éthyle sur l'acétylacétone sodée.* — Cet éther réagit comme le monochloracétate d'éthyle sur l'acétylacétone sodée.

» On chauffe au bain d'huile à 120°-140° avec réfrigérant à reflux, pendant 10 heures environ, un mélange de 60g d'acétylacétone sodée avec 90g d'éther α-bromopropionique. On obtient finalement, en opérant comme pour le ββ-diacétylpropionate d'éthyle, 50g environ d'une huile légèrement colorée en jaune passant à 145°-155° sous 33mm. Elle fournit après rectification un liquide presque incolore bouillant à 149°-151° sous 33mm et 128°-130° sous 10mm.

» L'analyse et la cryoscopie assignent à ce corps la formule $C^{10}H^{16}O^4$, la réaction qui lui a donné naissance pouvant être représentée par l'équation

$$\begin{matrix}CH^3-CO\\CH^3-CO\end{matrix}\!\!>CH\,Na + CH^3-CH\,Br-CO^2C^2H^5$$
$$= Na\,Br + \begin{matrix}CH^3-CO\\CH^3-CO\end{matrix}\!\!>CH-CH(CH^3)CO^2C^2H^5.$$

» L'α-méthyl-ββ-diacétylpropionate d'éthyle donne une coloration rouge foncé avec le perchlorure de fer, mais ne fournit pas de précipité avec l'acétate de cuivre.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1192, et t. CXXXII, p. 697.

Il est insoluble dans le carbonate de soude. Sa densité à 15° est $D_{15} = 1,067$; celle du ββ-diacétylpropionate d'éthyle étant $D_{15} = 1,093$.

» Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther.

» Traité par de l'éthylate de sodium en quantité théorique, il se décompose en donnant de l'acétate de soude et de l'*α-méthyllévulate d'éthyle* bouillant à 206°-208°.

» Une lessive de soude le décompose aussi en alcool, acétate de soude et sel de soude de l'acide *α-méthyllévulique*. Cet acide a été caractérisé par la semicarbazone qui fond à 191°.

» Il se combine à la phénylhydrazine, mais fournit une huile brune, très épaisse, qui se décompose à la distillation et n'a pas cristallisé.

» *Action de l'hydroxylamine.* — L'hydroxylamine agit sur l'α-méthyl-ββ-diacétylpropionate d'éthyle et donne naissance simultanément à l'oxazol et à la dioxime correspondants.

» 20g d'éther sont traités par 10g de chlorhydrate d'hydroxylamine et 9g,8 de CO^3K^2 pur. On chauffe 4 heures au bain-marie. Après distillation de l'alcool et épuisement au moyen de l'éther, on obtient une huile qui cristallise en partie au bout de quelque temps; on sépare les cristaux par essorage à la trompe.

» L'huile filtrée, distillée dans le vide, bout à 143°-145° sous 21mm. Elle est incolore, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther. L'analyse et le dosage d'azote correspondent à la formule $C^{10}H^{15}O^3Az$, ou

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CH(CH^3) - CO^2C^2H^5 \\ \qquad\qquad\qquad | \\ CH^3 - C - C = C - CH^3 \\ \qquad\;\; \| \qquad\quad | \\ \qquad Az \text{———} O \end{array}$$

diméthyloxazol-méthyléthanoate d'éthyle.

» Cet oxazol fournit, par saponification au moyen d'une lessive de soude, l'*acide oxazol* correspondant $C^8H^{11}O^3Az$, cristallisé en aiguilles incolores, fondant à 106°, soluble dans l'éther, assez soluble dans l'eau et fournissant, après neutralisation par le carbonate de soude et précipitation par l'acétate de cuivre, un sel de cuivre vert fondant à 254°-255°, insoluble dans l'eau et dans l'alcool.

» Les cristaux séparés, par essorage à la trompe, de l'oxazol constituent la dioxime de formule $C^{10}H^{18}O^4Az^2$ fondant à 133°, soluble dans l'éther, l'alcool surtout à l'ébullition, ne donnant pas de coloration avec Fe^2Cl^6.

» Si, dans la préparation de la dioxime, on chauffe à l'ébullition beaucoup plus longtemps, 24 heures environ, on ne retrouve plus trace de dioxime, et quand on veut épuiser au moyen de l'éther, après avoir distillé l'alcool, il se forme un précipité cristallin qui fond à 203°-204° au bloc Maquenne et donne en solution alcoolique une coloration rouge foncé avec Fe^2Cl^6. Ce produit est très peu soluble dans l'éther, assez soluble dans l'alcool à l'ébullition.

» Il correspond, ainsi que le montrent les dosages de C, H et Az, au composé

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CH(CH^3) - CO \\ \qquad\qquad\qquad | \qquad\qquad\quad \diagdown \\ CH^3 - C - CH - C - CH^3 \qquad O \\ \qquad\;\; \| \qquad\quad \| \qquad\quad \diagup \\ \qquad AzOH \quad Az \text{———} \end{array}$$

formé aux dépens de la dioxime par départ de C^2H^5OH.

» *Action de la semicarbazide.* — Deux molécules de semicarbazide s'unissent à une molécule d'éther α-méthyl-ββ-diacétylpropionique. Au bout de quelques heures, on obtient un précipité blanc insoluble dans tous les solvants habituels, sauf l'acide acétique et l'éther acétique à l'ébullition. Les analyses de ce précipité lui assignent la formule

$$C^{12}H^{22}Az^6O^4 + 0,5H^2O.$$

» Purifié par recristallisation dans l'éther acétique, il fond à 207°-208° et correspond à

$$C^{12}H^{22}Az^6O^4 + 0,5CH^3 - COOC^2H^5.$$

» II. *Action du β-chloropropionate d'éthyle sur l'acétylacétone sodée ββ-diacétylbutyrate d'éthyle.* — L'action de l'éther β-chloropropionique sur le dérivé sodé de l'acétylacétone a été conduite de la même façon. Avec 25g d'éther β-chloropropionique et 25g d'acétylacétone, on a obtenu 15g d'un liquide jaune clair bouillant à 154°-155° sous 15mm.

» L'analyse de ce corps lui assigne la formule $C^{10}H^{16}O^4$. Il est isomère de l'α-méthyl-ββ-diacétylpropionate d'éthyle et formé suivant l'équation

$$\left.\begin{matrix}CH^3 - CO\\ CH^3 - CO\end{matrix}\right\rangle CHNa + CH^2Cl - CH^2 - CO^2C^2H^5$$
$$= NaCl + (CH^3 - CO)^2 = CH - CH^2 - CH^2 - CO^2C^2H^5.$$

» Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther. La solution alcoolique colore le perchlorure de fer.

» *Dérivé cuivrique.* — En solution alcoolique, traité par l'acétate de cuivre, il fournit un précipité gris soyeux, insoluble dans l'eau, très soluble dans le chloroforme qu'il colore en vert, fondant à 209° au bloc Maquenne et correspondant à la formule $(C^{10}H^{15}O^4)^2Cu$. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude des modifications chimiques chez la plante soumise à l'influence du chlorure de sodium.* Note de MM. **E. Charabot** et **A. Hébert**, présentée par M. Haller.

« Après avoir montré le rôle favorable qu'exerce l'assimilation chlorophyllienne sur la formation des éthers chez la plante (Charabot, *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 159), il importait d'entreprendre l'étude de l'influence des conditions de milieu ayant trait à la composition du sol sur la marche générale de la végétation et sur l'évolution des composés terpéniques.

» Dans une première série de recherches, dont les résultats vont faire l'objet de la présente Communication, nous avons examiné les modifications chimiques dues à une substance, le chlorure de sodium, défavorable

au développement de la plante. Nous ajouterons prochainement à ces résultats ceux que nous fournira l'étude des variations chimiques dues à un sel, le nitrate de sodium, favorable à la végétation.

» Les expériences ont été faites au moyen d'une plante, la menthe poivrée, qui élabore un alcool terpénique, ses éthers et la cétone correspondante en proportions assez notables pour permettre de saisir les variations susceptibles de se produire.

» Sur un premier lot de terrain, la menthe poivrée a été cultivée normalement, c'est-à-dire sans addition à la terre de sels minéraux, tandis que six rangées de plantes, de 4^{m} environ de longueur, et distantes l'une de l'autre d'à peu près $0^{m},50$, ont été arrosées, le 23 mai 1901, avec une solution de 500^{g} de chlorure de sodium dans 20^{l} d'eau. Divers prélèvements de plantes ont été faits au fur et à mesure du développement de celles-ci, en vue de l'étude de la marche générale de la végétation et de l'évolution des composés terpéniques. Nous avons déterminé : le poids des divers organes, leur richesse en matière sèche; leur teneur en cendres, en eau, en matière organique; la composition des cendres et des huiles essentielles. Les résultats numériques de ces nombreuses analyses seront publiés d'une façon détaillée au *Bulletin de la Société chimique*; nous retiendrons ici, à l'exclusion de tous les autres, ceux qui nous paraissent indispensables pour l'exposé de nos conclusions.

» *Marche générale de la végétation.* — Les faits les plus saillants que nous ayons observés en étudiant la marche générale de la végétation sont relatifs à l'enrichissement de la plante en matière organique et à la diminution de la proportion centésimale d'eau.

» Nous allons insister sur ces deux points essentiels et, pour cela, mettre en évidence dans les Tableaux ci-après les différences qui se manifestent successivement dans les proportions d'eau et de matière organique.

	Diminutions successives de la proportion *centésimale* d'eau.			Diminution totale de la proportion *centésimale* d'eau.	
	Du 1er juin au 3 août.	Du 3 août au 20 août.	Du 20 août au 16 sept.	Du 1er juin au 16 sept.	Du 23 mai au 16 sept.
Culture normale..............	2,0	2,1	7,3	11,4	10,3
Culture au chlorure de sodium..	1,8	4,4	9,5	15,7	13,7

	Augmentations successives de la proportion *centésimale* de matière organique.			Augmentation totale de la proportion *centésimale* de matière organique.	
	Du 1er juin au 3 août.	Du 3 août au 20 août.	Du 20 août au 16 sept.	Du 1er juin au 16 sept.	Du 23 mai au 16 sept.
Culture normale..............	1,63	3,48	6,71	11,82	11,94
Culture au chlorure de sodium..	2,50	4,10	9,42	16,02	15,14

» Il ressort de ces Tableaux que, *chez la plante arrivée à un certain degré de développement (que cette plante soit cultivée normalement ou au chlorure de sodium) la proportion relative d'eau diminue constamment, tandis que la proportion relative de matière organique augmente.* En outre, et nous tenons à insister tout particulièrement sur ce point, *ces variations sont nettement plus considérables chez les plantes cultivées au chlorure de sodium que chez celles cultivées normalement.*

» *Évolution des composés terpéniques.* — L'analyse des huiles essentielles extraites aux divers stades du développement des plantes a fourni les résultats consignés dans le Tableau que voici :

	18 *juillet*. — Es. extraite au début de la floraison.	24 *juillet*. — Essences extraites pendant la floraison.		20 *août*. — Essences extraites des *matériaux chlorophylliens* seuls.		16 *septembre*. — Essences extraites après la chute des pétales.	
	Culture normale.	Culture normale.	Culture au Na Cl.	Culture normale.	Culture au Na Cl.	Culture normale.	Culture au Na Cl.
Pouvoir rotatoire à 20°.	— 3° 30′	— 3° 38′	± 0° 00′	»	»	— 5° 30′	—12° 18′
Éthers (calculés en acétate de menthyle)....	Pour 100. 8,8	Pour 100. 12,0	Pour 100. 12,8	Pour 100. 33,3	Pour 100. 39,6	Pour 100. 27,0	Pour 100. 30,1
Menthol combiné......	7,0	9,5	10,1	26,2	31,2	21,3	23,7
Menthol libre	34,1	28,7	28,1	»	»	25,7	24,4
Menthol total	41,1	38,2	38,2	»	»	47,0	48,1
Menthone	4,0	8,2	4,0	»	»	2,5	1,1

» Ces résultats confirment, de la façon la plus nette, les conclusions que l'un de nous a tirées d'un Travail antérieur (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 518), à savoir : *l'essence de menthe s'enrichit en éthers du menthol au fur et à mesure de la végétation; la proportion de menthone augmente constamment pendant le développement des inflorescences, en même temps que diminue la richesse en menthol total.* Ils viennent aussi à l'appui de notre manière de voir sur *l'éthérification active dans les parties vertes* (Charabot et Hébert, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, p. 884 et 955). On voit, en effet, que l'essence extraite des matériaux chlorophylliens est considérablement plus riche en éthers que celle obtenue avec la plante entière; la teneur de l'essence en éthers du menthol est également très notable lorsque, après la chute des pétales et la dessiccation des inflorescences, la plante se trouve presque réduite à ses organes chlorophylliens; la richesse de cette essence en menthone est, au contraire, extrêmement faible.

» En ce qui concerne l'influence du chlorure de sodium, les résultats sont très nets : *La plante cultivée sur un sol additionné de chlorure de sodium élabore une huile essentielle constamment plus riche en éthers et plus pauvre en menthone que celle obtenue par culture normale.*

» Il convient d'ajouter que le sel marin a eu sur la végétation une influence retar-

datrice telle que, malgré l'enrichissement de l'essence en éthers, la production d'éthers par hectare s'est trouvée réduite.

» *Conclusions.* — Les conclusions qui se dégagent de ce Travail peuvent se résumer ainsi : *L'addition de chlorure de sodium au sol a pour effet d'accentuer :* 1° *l'augmentation de la proportion centésimale de matière organique dans la plante,* 2° *la perte relative d'eau. En même temps qu'il exerce sur le végétal cette double influence, le chlorure de sodium favorise l'éthérification et entrave, au contraire, la transformation du menthol en menthone.*

» Ces conclusions relatives aux différences sensibles qui se sont manifestées dès la première génération permettent déjà de mesurer l'importance que présente, au point de vue physiologique, l'étude de l'influence du milieu sur les phénomènes de synthèse végétale. »

BIOLOGIE. — *Théorie biologique de la vision.* Note M. **Georges Bohn**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Il y a un an, dans les *Comptes rendus* (21 janvier 1901) et dans un Livre intitulé l'*Évolution du pigment,* j'ai développé certaines idées relatives à la pigmentation.

» 1° J'ai rappelé d'abord les vues fécondes de Giard, qui considère la production du pigment comme un acte de défense, et comme la conséquence fréquente des *phénomènes d'histolyse* qui accompagnent les métamorphoses;

» 2° En partant du *granule pigmentaire* de Carnot, j'ai tâché de montrer que la chromatine entre pour une part dans sa constitution et que le pigment n'est qu'un dérivé chimique de cette substance, qui prend des teintes variables et perd même sa couleur dans certaines conditions;

» 3° Après avoir rappelé les mouvements des granules chromogènes vus par de nombreux auteurs, j'ai insisté sur l'hypothèse de la *vitalité* de ces granules;

» 4° Enfin, j'ai signalé quelques-unes des observations relatives aux *migrations pigmentaires* qui ont conduit en 1896 H.-M. Bernard à sa théorie de la vision, et j'ai rapporté quelques observations personnelles concernant la *contagion pigmentaire.*

» Or, depuis un an, M. Pizon a publié diverses Notes sur le pigment [1], où, tout en paraissant faire abstraction des recherches antérieures aux siennes, il s'appuie sur les faits et opinions précédentes pour étayer une théorie nouvelle de la vision.

---

(1) *Comptes rendus*, 1901, 21 janvier, 18 novembre et 30 décembre, et *Congrès de Berlin.*

» Des trois idées essentielles qui se dégagent de cette théorie, la première n'est pas nouvelle ; les deux autres me paraissent inadmissibles.

» 1° *L'œil est une tache pigmentaire, une accumulation de granules migrateurs, qui s'est adaptée progressivement à la vision*, et le développement de cet organe est lié à la pigmentation générale.

» C'est ce qu'on admet depuis longtemps (taches oculiformes); c'est la théorie même de H.-M. Bernard; dans ma Thèse ([1]), j'ai signalé d'ailleurs un parallélisme entre la perte de la pigmentation et la diminution de l'acuité visuelle (Pagures, Crabes fouisseurs).

» 2° *Les extrémités nerveuses seraient impressionnées par les mouvements mêmes des granules chromogènes.* — M. Pizon reprend l'opinion que j'ai développée au sujet de la coloration des téguments, à savoir qu'il y a des granules colorés de diverses sortes et même des granules incolores, et que chaque espèce de granules colorés est caractérisée par l'absorption de rayons lumineux d'une longueur d'onde déterminée; il pense que les mouvements des granules sont en relation avec la longueur d'onde des rayons absorbés et que, par suite, les impressions colorées ne sont que celles des mouvements variés de ces granules.

» Je répondrai que : *a*. Au fond de l'œil, les granules paraissent peu différenciés; en général, ils sont d'une seule teinte, les couleurs variées de la rétine étant dues à des phénomènes d'interférence, de milieux troubles; *b*. Les mouvements des granules sont irréguliers, variables, et ne peuvent évidemment traduire les mouvements ondulatoires de la lumière, si réguliers et si délicats; une compression de l'œil détermine bien des sensations visuelles, mais précisément il n'y a dans ce cas aucun rapport défini entre la cause et l'effet.

» 3° *Le passage des rayons lumineux à travers les tissus de l'œil déterminerait directement leur hypertrophie et leur transparence.* — M. Pizon, après avoir confondu l'action de la lumière sur les tissus avec celle sur les bactéries, fait le raisonnement suivant : *a*. La lumière détermine la formation de l'appareil optique, car, en traversant les tissus, elle les hypertrophie et les rend transparents; *b*. La lumière a bien ce résultat; en effet, les tissus des organes visuels sont ainsi transformés; ainsi M. Pizon part dans sa démonstration de ce qu'il faudrait démontrer. Il ajoute que « les amas de pigment, grâce à leur pouvoir absorbant, déterminent (à travers ces » tissus) l'arrivée d'un faisceau lumineux plus intense qu'ailleurs » ; on ne voit pas trop comment l'éclairement d'une surface peut être influencé par ce qu'il y a derrière elle.

» Je n'insisterai pas davantage sur ces divers points et j'indiquerai que la formation de l'œil et la vision sont fonctions de phénomènes chimiques.

» 1° Il me paraît évident, avec les anciens auteurs, que les mouvements ondula-

([1]) G. Bohn, *Des mécanismes respiratoires chez les Crustacés décapodes* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, 1901).

toires des diverses lumières colorées ne peuvent se traduire que par des mouvements intramoléculaires et que l'énergie lumineuse est transformée en énergie chimique dans les granules par le pigment. M. Pizon n'admet pas ce genre de transformation parce que les pigments dissous colorés manquent parfois, mais pourquoi alors attribuer aux granules incolores une action dans la vision?

» 2° Je rapprocherai la formation de la tache pigmentaire et la différenciation de l'appareil optique des phénomènes de métamorphoses qui rendent certains animaux transparents. Chez les Vertébrés, l'œil est considéré comme une fente branchiale métamorphosée. D'autre part, la Méduse qui se détache pour aller disséminer ses œufs, les Mollusques qui cessent de ramper pour nager, les Ascidies qui se fixent sous les pierres ou qui se transforment en corps flottants, subissent des dégénérescences pigmentaire et hyaline des tissus. Or, les phénomènes de métabolisme évolutif sont, comme j'ai essayé de le montrer à la suite de M. Bataillon (¹), le résultat d'actions chimiques extrêmement variées, dont certaines sont peut-être dans quelques cas, mais pas toujours, le résultat de la transformation de l'énergie lumineuse par le pigment.

» Si l'œil se forme dans des régions éclairées, il faut remarquer que ces régions ont toujours un chimisme spécial, dû soit à l'éclairement, soit à une plus grande activité (p. antérieure des Vers annelés), soit à une plus grande oxygénation du milieu extérieur (bord du manteau, siphon), soit à bien d'autres causes.

» On voit que j'oppose à la théorie purement *mécanique* et *physique* de M. Pizon, qui me paraît trop simpliste, une théorie où je fais intervenir les actions chimiques variées qui s'accomplissent au sein des êtres vivants en voie d'évolution, c'est-à-dire une théorie *chimique*, je dirai plus, *biologique*. »

CHIMIE ANIMALE. — *Des formes élémentaires du phosphore chez les Invertébrés*. Note de M. **Jean Gautrelet**, présentée par M. Yves Delage.

« Il nous a paru intéressant de vérifier si le sang des Invertébrés (Mollusques et Arthropodes) contenait des phosphates à un autre état qu'à celui organique. Certains auteurs, en effet, mettent la chose en doute; Heim, en particulier, dans sa Thèse (²), dit : « L'acide phosphorique provient » peut-être, en temps ordinaire, de la calcination des albuminoïdes phos- » phorées, telles que la nucléine. »

(¹) G. Bohn, *L'évolution du pigment*, 1901, et *Comptes rendus*, 14 et 21 octobre 1901.

(²) *Études sur le sang des Crustacés décapodes*, p. 83 (Thèse). Paris; 1892.

» Dans ce but, au lieu d'opérer par calcination, nous avons divisé le travail en deux parties : dosage de l'acide phosphorique dans le sang simplement acidulé; dosage de l'acide phosphorique après ébullition du sang avec la soude caustique et acidification ultérieure.

» Notre manipulation a toujours comporté l'emploi d'une solution décinormale d'azotate d'urane avec indication du point terminus de la réaction par le ferrocyanure de potassium, et la liqueur titrée était mise dans une burette de Mohr divisée en dixièmes de centimètre cube.

» Les résultats moyens obtenus par nous ont été les suivants pour 100$^{cm^3}$ de sang :

» 1° Dosage direct de l'acide phosphorique :

Sang de *Maia squinado* ♂	0^g,006
» *Maia squinado* ♀	0,020
» *Platycarcinus Pagurus*	0,015
» *Homarus vulgaris*	0,050
» *Helix pomatia*	0,025

» 2° Dosage de l'acide phosphorique après action de la soude caustique :

Sang de *Maia squinado* ♂	0^g,013
» *Maia squinado* ♀	0,034
» *Platycarcinus Pagurus*	0,023
» *Homarus vulgaris*	0,070
» *Helix pomatia*	0,038

» Ces résultats nous ont d'autant moins surpris que la carapace ou la coquille de ces Invertébrés nous avaient, d'autre part, fourni des quantités dosables des deux formes de phosphore minéral et organique.

» En effet :

» 1° En dissolvant la carapace ou la coquille par l'acide acétique au tiers, nous avons trouvé les chiffres ci-après d'acide phosphorique minéral, toujours pour 100^g :

Carapace de *Maia squinado*	0^g,035
» *Platycarcinus Pagurus*	0,036
» *Homarus vulgaris*	0,040
» *Astacus fluviatilis*	0,043
Coquille de *Mya arenaria*	0,030
» *Pecten Jacobæus*	0,063
» *Tapes decussata*	0,045
» *Patella vulgaris*	0,050
» *Anodonta anatina*	0,060
» *Helix pomatia*	0,032

» 2° En opérant avec l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$, 100g nous ont donné :

Carapace de *Platycarcinus Pagurus*	g 0,023
Coquille de *Tapes decussata*	0,030
» *Anodonta anatina*	0,038
» *Mytilus edulis*	0,052
» *Helix pomatia*	0,024
» *Trochus varius*	0,048

» Chacun des dissolvants acides ayant été employé jusqu'à cessation de la réaction avec le molybdate d'ammonium.

» 3° En calcinant le substratum organique (conchyoline ou chitine) restant après action de l'un ou de l'autre acide, les quantités de phosphore organique ont été les suivantes pour 100g de coquille ou de carapace :

Homarus vulgaris	g 0,015
Platycarcinus Pagurus	0,013
Maia squinado	0,025
Mya arenaria	0,010
Pecten Jacobæus	0,005

» 4° En calcinant directement la coquille et reprenant par l'acide acétique, nous avons trouvé d'autre part, pour 100g :

Platycarcinus Pagurus	g 0,081
Maia squinado	0,050
Mya arenaria	0,075
Pecten Jacobæus	0,085

» Donc, en résumé :

» 1° Soit dans le sang, soit dans les carapaces ou coquilles des Crustacés et des Mollusques, il existe du phosphore sous les deux formes élémentaires : minérale et organique ;

» 2° Dans les carapaces de Crustacés, en particulier, les chiffres de phosphore minéral que nous avons trouvés sont bien inférieurs à ceux donnés par les Auteurs, en supposant même que ceux-ci aient énoncé des résultats comportant le total des deux formes élémentaires de phosphore. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'utilisation des sucres (bihexoses) par l'organisme.* Note de MM. **Charrin et Brocard**, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait que la grossesse modifie la nutrition ; sous son influence, en particulier, la richesse en sucres des tissus ou des humeurs augmente

notablement. Cette sorte de saturation relative de l'économie fait que, si l'on introduit des substances de cet ordre, les quantités retenues sont moins considérables ; les éliminations se faisant en plus forte proportion, les comparaisons entre ces éliminations deviennent plus faciles. Telles sont les raisons qui nous ont déterminés à étudier l'utilisation de ces sucres chez la femme enceinte.

» Dans une première série de Travaux ([1]), nous nous sommes appliqués à examiner comment l'organisme se sert des hexoses. Les recherches que nous publions aujourd'hui concernent la manière dont se comportent les bihexoses ; ces recherches prouvent que l'élaboration de ces corps est liée à l'intervention de nouveaux facteurs, fait qui s'oppose à un parallélisme complet entre les modalités mises en œuvre par l'économie pour utiliser, d'une part, ces hexoses et, d'autre part, les sucres de ce second groupe. Ces nouveaux facteurs, trop souvent négligés par les auteurs, ne sont autres que les ferments hydrolytiques, attendu que ces bihexoses, en général, ne subissent l'assimilation qu'après avoir été dédoublées : on conçoit de suite l'importance des variations soit quantitatives, soit qualitatives de ces ferments.

» De nombreuses analyses nous ont, en premier lieu, permis de reconnaître, et par la méthode chimique et par les procédés optiques, qu'après ingestion des bihexoses on pouvait retrouver ces sucres en nature dans les urines. De tels résultats semblent démontrer que l'absorption s'est opérée plus rapidement que le dédoublement; à moins, d'ailleurs, de se trouver en présence d'un ferment ou très abondant ou très actif, en administrant des quantités plus ou moins considérables de ces substances, on parvient ordinairement à enregistrer leur présence dans les urines.

» Dans d'autres circonstances, et naturellement suivant, en partie, les proportions employées, l'analyse urinaire se borne à constater l'absence de tout élément sucré. — Pour expliquer cette absence, il faut admettre tout d'abord la prédominance du dédoublement des bihexoses sur leur passage en nature dans la circulation, en second lieu, et simultanément, la prédominance de l'utilisation des hexoses de dédoublement sur la rapidité de ce dédoublement, ou, tout au moins, une parfaite égalité entre les deux phénomènes.

» A la vérité, fréquemment ces ingestions de bihexose s'accompagnent de glycosurie. Après nous être servis de saccharose, nous avons trouvé

([1]) *Comptes rendus*, 6 janvier 1902.

tantôt de la glycose seule, tantôt de la glycose accompagnée plus ou moins tardivement de lévulose. De telles constatations conduisent à penser que, chez ces sujets, l'activité du ferment hydrolytique était supérieur à l'utilisation des hexoses provenant du dédoublement. — Quant à l'ordre d'apparition de ces hexoses, il est commandé par leurs aptitudes à être assimilées, aptitudes que nous avons établies au cours de nos premières recherches.

» Ajoutons que si, en dehors des hydrates de carbone alimentaires d'un repas copieux, on donne de très fortes quantités de bihexose, par exemple 250g de saccharose répartis en deux doses ingérées à quatre heures d'intervalle, il peut arriver que les urines contiennent, à côté d'une certaine proportion de cette bihexose, des quantités variables de chacun des sucres de dédoublement. Dans ces conditions, le mécanisme est plus complexe; une fraction de la bihexose a passé en vertu de l'insuffisante intervention du ferment hydrolytique; d'autre part, la présence des hexoses est, au contraire, attribuable à ce que l'action de ce ferment a été plus intense, plus rapide que la consommation des produits dédoublés par les tissus. Chez les sujets sains, nous n'avons pas constaté de lévulosurie pure, pas plus que l'existence du véritable sucre interverti constitué par un mélange, à molécules égales, de lévulose et de dextrose.

» Si l'on cherche à comparer, par la méthode des ingestions simultanées, la facilité de dédoublement des différentes bihexoses, on trouve que, chez l'adulte omnivore, faisant en abondance et presque continuellement usage d'une alimentation amylacée, la maltose est plus facilement dédoublée que la lactose et la saccharose. Si l'on compare ces deux derniers sucres, la lactosurie paraît moins fréquente chez les individus soumis antérieurement au régime lacté, tandis que la saccharosurie se montre plus rare, plus faible, chez ceux qui consomment des mets sucrés au sucre de canne. — Chez un enfant d'un an élevé au lait lactosé, une ingestion de 35g de lactose dans 200g d'eau a fourni des urines ne présentant ni pouvoir réducteur ni pouvoir rotatoire; avec la même solution de saccharose on décela la présence de ce dernier sucre dans les urines. — Des expériences analogues, répétées chez un chien habitué au sucre de canne, nous ont permis de constater des résultats inverses.

» La facilité de dédoublement semble donc liée au régime habituel; en d'autres termes, l'aliment fait le ferment.

» Indiquons, en terminant, qu'en utilisant de fortes doses de produits dédoublés nous avons tenté de réaliser la réversibilité des phénomènes de la fermentation : à cet égard, bien que nous ayons obtenu quelques résultats positifs, les expériences poursuivies sont encore insuffisantes pour autoriser des conclusions absolues. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'assimilation du sucre et de l'alcool par l'*Eurotyopsis Gayoni. Note de M. **P. Mazé**, présentée par M. Roux.

« J'ai admis, dans une Note antérieure (1), que l'alcool représente un produit physiologique, un stade normal de l'assimilation du glucose et partant des polysaccharides, des amidons et de la dextrine. J'ai établi également dans quelles conditions il s'accumule dans les tissus des végétaux supérieurs (2). Je vais exposer ici les résultats de nouvelles expériences qui viennent à l'appui de cette doctrine.

» Les végétaux supérieurs ne se prêtent pas à une démonstration rigoureuse de l'ordre de faits que je veux ajouter aux arguments que j'ai déjà fait valoir. Les réserves cotylédonaires qui servent à l'édification de la plantule sont trop compliquées pour permettre de suivre avec succès, parmi les transformations qu'elles subissent avant de constituer la matière vivante, celles qui nous intéressent ici. J'ai préféré m'adresser aux Mucédinées, susceptibles, comme on le sait, de se développer sur des milieux simples et de composition bien déterminée.

» Le but que je visais m'imposait le choix d'un Champignon capable d'accomplir son évolution normale sur un milieu ne renfermant d'autres substances organiques élémentaires que l'alcool. On en connaît aujourd'hui un certain nombre de ce genre; parmi eux, j'ai pris l'*Eurotyopsis Gayoni*, un ascomycète que M. Laborde a introduit dans la Science (3).

» Si l'on cultive cet organisme, sur du liquide Raulin avec sucre interverti et sur le même milieu minéral dans lequel on a remplacé le sucre interverti par de l'alcool éthylique, on peut prévoir d'avance les résultats que l'on doit obtenir si la fraction du sucre que la plante utilise est l'alcool :

» Le sucre perdant à peu près la moitié de son poids à l'état d'acide carbonique, le poids de plante obtenu sur liquide sucré sera inférieur à celui qui se formera sur liquide alcoolique, pour un poids égal de sucre ou d'alcool consommé, la durée de la culture étant la même dans les deux cas.

» De plus, le dédoublement du sucre interverti en alcool et acide carbonique étant un acte préliminaire de l'assimilation, n'impliquant aucune absorption concomitante d'oxygène, la quantité d'acide carbonique dégagée dans le cas d'une alimentation

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1608.
(2) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XIV, p. 350.
(3) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XI, p. 1.

sucrée sera plus grande, et la quantité d'oxygène absorbé sera la même pour un même poids de plante fabriquée dans le même temps aux dépens du sucre ou de l'alcool.

» La vérification de ces déductions est donc susceptible d'être réalisée, par des cultures disposées de façon à permettre d'évaluer la quantité d'acide carbonique dégagé, le poids de plante fabriquée et la quantité d'aliment ternaire absorbé.

» Les chiffres consignés dans le Tableau suivant résument quelques expériences effectuées dans ce but.

Tableau I.

	Sucre interverti.				Alcool.		
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Poids de plante fabriquée...	677	552,6	437,7	431,9	163,8	185,3	292,1
Poids d'aliment consommé..	1957	1863,4	1341,3	1319,2	356	440	581,3
Poids de CO^2 dégagé.......	1630,8	1358,4	938,6	936,6	386,9	495,1	586,2
Durée de l'expérience.......	$5^j 19^h$	$5^j 17^h$	$4^j 18^h$	$4^j 18^h$	$9^j 3^h$	$10^j 15^h$	9^j

» On trouve dans ce Tableau la confirmation de deux des propositions énoncées plus haut.

» Pour élucider celle qui est relative à la consommation d'oxygène, il faut opérer en atmosphère confinée. Cette méthode présente, en outre, l'avantage de fournir des résultats plus parlants, comme le montrent les résultats des deux expériences résumées ci-après.

Tableau II.

		Sucre interverti.	Alcool.
Poids de plante fabriquée....		211^{mg}	$96^{mg},2$
Durée de l'expérience........		4^j	$6^j 10^h$
CO^2 dégagé	en volume...	$251^{cm^3},73$	$93^{cm^3},93$
	en poids.....	495^{mg}	$184^{mg},7$
O consommé	en volume.....	$213^{cm^3},66$	$184^{cm^3},5$
	en poids......	305^{mg}	$263^{mg},8$
Rapport $\frac{CO^2}{O}$ en volume......		1,1	0,508

» Ces chiffres justifient la relation présumée.

» Comme dernière conséquence, on peut prévoir aussi que la composition élémentaire du mycélium de Champignon recueilli sur milieu sucré ou alcoolisé ne doit pas présenter de différences sensibles, puisque les deux modes d'alimentation se confondent en un seul, à part la quantité d'énergie fournie par le dédoublement du sucre en alcool et acide carbonique.

» Cependant, la formation d'une réserve alimentaire à l'intérieur du mycélium peut faire ressortir des différences appréciables dans la composition en question, si elle se constitue plus facilement dans un cas que dans l'autre; mais j'ai constaté qu'il n'en est pas ainsi.

» Voici les chiffres fournis par les mycéliums recueillis dans l'expérience 3 (sucre interverti) et l'expérience 3 (alcool) du Tableau I :

Tableau III.

	Sucre interverti.	Alcool.
Carbone	51,67	52
Hydrogène	7,74	7,67
Azote	4,84	5,54
O + S	35,75	34,80
	100	100

» La différence dans la teneur en azote est sensible; elle doit être attribuée à une cause qu'il serait trop long de faire ressortir ici; je me contenterai de faire observer que la richesse du mycélium en azote se traduit par une activité respiratoire plus grande.

» La teneur en azote permet d'établir la quantité de matière première empruntée aux aliments, qui est destinée à former la substance vivante.

» J'ai dit qu'en partant du sucre ou de l'alcool comme aliment, la fraction utilisée est l'aldéhyde éthylique (*Comptes rendus, loc. cit.* et *Annales de l'Inst. Pasteur, loc. cit.*). Si telle est la réalité, ce sont les éléments $(C^2H^4O)^x(AzH^3)^y$ qui, par une série de transformations successives, vont constituer le cytoplasme et la substance nucléaire. Si l'on impose à cette combinaison hypothétique la condition, tirée de l'analyse, de renfermer 5,54 pour 100 d'azote, on obtient un composé, toujours hypothétique, bien entendu, de la forme

$$(C^2H^4O)^{43}(AzH^3)^8 = C^{86}H^{196}O^{43}Az^8,$$

dont la composition centésimale est la suivante :

C	50,88
H	9,66
O	33,92
Az	5,52

» Ces chiffres, placés à côté de ceux qui ont été obtenus par l'analyse élémentaire de la plante, fournissent une comparaison bien suggessive. Ils tendent à montrer que le mycélium de l'*Eurotyopsis Gayoni* s'organise à partir de l'alcool et de l'ammoniaque sans perte sensible de matière. »

PATHOLOGIE. — *Les indications de la prophylaxie et du traitement de la tuberculose pulmonaire, fondées sur la connaissance de son terrain.* Note de MM. **Albert Robin** et **Maurice Binet**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans de précédentes Communications, faites à l'Académie des Sciences (18 mars 1901) et au Congrès de la Tuberculose, à Londres (24 juillet 1901) nous avons montré que chez 92 pour 100 des phtisiques il y avait une augmentation considérable dans la consommation de l'oxygène et dans la production de l'acide carbonique, et nous avons utilisé ce fait comme moyen de diagnostic précoce de la maladie. Ne trouvant ni dans une réaction de défense organique, ni dans une manifestation de l'attaque bacillaire la raison de ces phénomènes, nous avons été conduits par quelques-unes de nos recherches à penser qu'ils traduisaient un des caractères du terrain apte à l'infection par le bacille de Koch.

» Cette proposition est aujourd'hui démontrée par des analyses pratiquées sur 30 descendants de phtisiques, qui présentent les phénomènes en question dans la proportion de 60 pour 100. Nous avons constaté aussi qu'ils constituent le trait commun à tous les états protopathiques de la phtisie, qu'il s'agisse d'alcoolisme ou d'un des modes quelconques de surmenage. Ils caractérisent donc l'une des conditions fondamentales de ces états que l'on désignait jusqu'ici sous le nom vague d'*états de déchéance organique*; ce qui rend au terrain, dont le diagnostic devient possible, une partie de la valeur dont semblait l'avoir dépossédé l'avènement du bacille de Koch.

» Cette découverte montre encore que les états de déchéance prétuberculeuse relèvent d'une vitalité exaspérée jusqu'à l'autoconsomption et non, comme on l'enseigne officiellement à tort, d'une vitalité amoindrie.

» Elle bouleverse toutes les idées directrices de la prophylaxie et du traitement de la phtisie, puisque, d'après ces faits, ce qui dans cette prophylaxie et ce traitement correspond à l'indication du terrain consiste principalement en l'emploi des médications dites *toniques* dont le propre est de stimuler une vitalité et des échanges organiques qui sont déjà en état de suractivité.

» Elle démontre, au contraire, sans l'intervention de théorie et par

le simple exposé des faits, que la prophylaxie de la tuberculose par la modification de son terrain ne doit faire état que de médicaments, de médications et d'agents capables de restreindre le pouvoir qu'a l'organisme de fixer trop d'oxygène et de produire trop d'acide carbonique, c'est-à-dire de se consumer. Dans le traitement de la maladie confirmée, cette indication conserve toute sa valeur.

» Nous avons étudié à ce point de vue quarante médicaments ou agents physiques dont les effets seront successivement mis au jour. Parmi ceux-ci l'huile de foie de morue, l'arséniate de soude et l'arsénite de potasse à la dose de 5^{mg}, le cacodylate de soude à la dose de 5^{cg}, le tartre stibié diminuent les échanges respiratoires des phtisiques dans les proportions suivantes : huile de foie de morue, 10,3 pour 100, arsenic, 27,2 pour 100, cacodylate, 23 pour 100 et tartre stibié, 21,3 pour 100. Mais les arsenicaux, quels qu'ils soient, employés à doses doubles des précédentes, exercent plutôt sur les échanges une action accélérante, puisque l'arsénite de potasse et l'arséniate de soude, par exemple, à la dose de 1^{cg} par jour, augmentent les échanges respiratoires.

» On possède ainsi un critérium de la dose médicamenteuse optime qui ne saurait être dépassée sous peine d'accentuer le dommage auquel on veut remédier.

» Les recherches faites sur la respiration d'air chaud et sec, d'air chaud et humide ou d'air froid, sur le refroidissement ou l'échauffement de la surface cutanée éclairent la climatothérapie de la phtisie et de ses états protopathiques. Ainsi, les climats froids où le phtisique peut inspirer de l'air à basse température conviennent aux phtisiques et aux prédisposés à la condition que la surface du corps soit maintenue à une assez haute température. De même, les climats chauds conviendraient si les malades pouvaient y respirer de l'air plus frais, ce qui ne semble pas impossible à réaliser à l'aide d'un dispositif qui permettrait de refroidir l'air inspiré.

» L'examen du chimisme respiratoire permet de déterminer si les altitudes ou le séjour au bord de la mer sont ou non favorables à tel sujet déterminé. Il ressort, en effet, de nos recherches qu'en examinant le chimisme respiratoire des phtisiques et des prédisposés auxquels on a conseillé le séjour en altitude ou au bord de la mer, avant le départ et après une semaine de séjour, on reconnaîtra ceux qui doivent continuer la cure avec chance de succès.

» L'expérience nous a démontré qu'il y a des médications capables de modifier le terrain, et l'examen des échanges respiratoires permet de déter-

miner ces médications, comme aussi de savoir si elles ont agi dans tel cas particulier et, par conséquent, si tel individu prédisposé a perdu, au moins temporairement, sa prédisposition. Chez six prédisposés, nous sommes parvenus à ramener à la normale le chimisme exagéré par l'emploi de la médication restrictive des échanges organiques (alimentation d'épargne, repos, huile de foie de morue, arsenicaux, médication digestive, etc.).

» Ce mode de prophylaxie de la tuberculose, qui s'adresse à son terrain, mérite d'attirer l'attention au même titre que celui qui consiste à poursuivre le bacille, et la lutte contre la tuberculose ne saurait être efficace sans le concours de ces deux éléments.

» Aux mesures d'hygiène publique et privée actuellement édictées contre le bacille de la tuberculose, il faut donc ajouter l'examen individuel du chimisme respiratoire de tous les individus soupçonnés de prédisposition. Et de même qu'on vaccine contre la variole, de même il faudra traiter préventivement, chez les individus reconnus prédisposés, l'aptitude à contracter la tuberculose, et cela par des moyens reconnus capables de modifier les conditions chimiques ou vitales du terrain : à savoir l'exagération des échanges respiratoires et la déminéralisation organique qui fera l'objet d'une étude ultérieure.

» Enfin le traitement de la phtisie confirmée ne doit plus se cantonner dans la médication antibacillaire ; il doit faire état de la consomption qui rend l'organisme apte à l'infection et modifier concurremment celle-ci non par les toniques et les stimulants, mais par des médications et agents antidéperditeurs qui restreignent la consommation et la fixation de l'oxygène par les tissus, et par les aliments et les médicaments qui dérivent sur eux une partie du comburant qui épuise l'organisme. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine de certaines maladies des Chrysanthèmes*. Note de M. **Chifflot**, présentée par M. Guignard.

« Bien avant la Communication que nous avons faite ([1]) aux horticulteurs des régions lyonnaise et bordelaise, à propos de la maladie vermiculaire qui attaque les feuilles de Chrysanthèmes, cette maladie avait d'abord été signalée par le Dr Osterwalder ([2]), assistant à la station d'essais

([1]) *Congrès de la Société française des Chrysanthémistes*, Bordeaux, 9 novembre 1901.

([2]) *Schweizerischer Gartenbau*, n° 23, 5 décembre 1900.

de Wadensweil (Suisse). Quelques mois après, le professeur Sorauer ([1]), ayant reçu des feuilles de Chrysanthèmes atteintes de maladie vermiculaire, fit déterminer le Nématode par le Professeur Ritzema Bos, qui l'identifia avec l'*Aphelenchus olesistus* Ritz. Bos, déjà décrit par lui comme s'attaquant à d'autres plantes, telles que Fougères, Saintpaulia, etc.

» Dans un récent Mémoire, le Dr Osterwalder ([2]) précisa les caractères de la maladie. Nous avons pu nous assurer, pendant la période d'août à novembre 1901, de la parfaite exactitude des observations du Dr Osterwalder.

» A notre avis, la maladie vermiculaire décrite récemment par M. Joffrin est la même et doit rentrer et se fusionner avec celle qui a été signalée par le Dr Osterwalder.

» C'est, en effet, à un Nématode du genre *Aphelenchus*, bien caractérisé par la conformation de la partie antérieure de l'intestin, qu'il faut attribuer la maladie vermiculaire des feuilles de Chrysanthèmes et non au genre *Tylenchus*, ainsi que l'affirme M. Joffrin.

» Cette maladie a occasionné, pendant les périodes pluvieuses de septembre et octobre 1901, dans les cultures de Chrysanthèmes, faites en pots ou maintenues en pleine terre et à l'air libre, des dégâts considérables.

» L'apparition sur les feuilles de taches, qui se localisent d'abord dans les angles que font les nervures secondaires avec la nervure principale, est un des caractères principaux de cette maladie; mais ce caractère avait été signalé déjà par le Dr Osterwalder.

» Les feuilles attaquées deviennent toujours jaunes autour des taches, contrairement aux assertions de M. Joffrin. De plus, les feuilles qui, avant de subir les atteintes de l'*Aphelenchus*, étaient rigides et cassantes, et cela d'autant plus que les Chrysanthèmes étaient *poussés davantage à l'engrais* pour l'obtention de la grande fleur, ne changent pas de consistance, à l'encontre de ce qu'avance M. Joffrin, malgré la présence du Nématode, qui n'envahit jamais les cellules de la feuille : ses larves se localisent dans les espaces intercellulaires, mais les sécrétions qu'elles produisent tuent rapidement le protoplasma des cellules voisines, qui prennent les teintes décrites par le Dr Osterwalder.

» Sous l'influence de l'humidité, les feuilles attaquées pourrissent rapidement, tout en restant longtemps adhérentes aux rameaux.

» Quant à la propagation de la maladie, dont M. Joffrin ne parle pas, le Dr Oster-

([1]) *Die Älchenkrankheit bei Chrysanthemum indicum* (*Gartenflora*, Heft 2, 15 janvier 1901, p. 35-36).

([2]) *Nematoden als Feinde des Gartenbaues* (*Gartenflora*, Heft 12, 1er juillet 1901, p. 337-346, Table 1488, *fig.* 1-5).

walder a montré qu'elle s'effectue par l'intermédiaire du sol. Il est facile de constater que des jeunes bourgeons souterrains, à peine visibles, sont déjà contaminés par de jeunes larves d'*Aphelenchus*, ainsi que j'ai pu m'en assurer. Par suite, les rameaux nés de ces bourgeons et pris comme boutures au printemps auront leurs premières feuilles déjà contaminées.

» Les pluies, qui font rejaillir les terres des composts à la surface des feuilles, sont une cause naturelle de propagation de la maladie. L'examen des particules terreuses adhérentes aux feuilles m'a montré, en effet, à diverses reprises, la présence de larves d'*Aphelenchus*.

» Il peut se faire que la pénétration de ces larves s'effectue par l'ostiole des stomates; cependant, c'est là un point qui a besoin de confirmation.

» Il reste à recommander aux horticulteurs :

» *a*. D'enlever les feuilles atteintes et de les brûler.

» *b*. D'éviter la contamination des terreaux qui seront aux rempotages, par l'apport de débris de plantes et de mottes contaminées.

» *c*. De stériliser, autant que faire se peut, les terreaux.

» *d*. D'effectuer des arrosages judicieux aux engrais chimiques, de préférence aux engrais humains, trop souvent contaminés.

» *e*. De faire leurs prises de boutures sur des plantes saines.

» Quant à la maladie cryptogamique décrite par M. Joffrin et due, dit-il, à un *Septoria* nouveau, le *Septoria varians* nov. sp., elle se confond en tous points, à notre avis, avec celle qui est produite par le *Septoria Chrysanthemi* Cav. [1], connue depuis longtemps. Les dimensions des pycnides et des spores sont aussi variables chez le *Septoria Chrysanthemi* Cav. et, ce seul caractère distinctif n'existant plus, il ne me semble plus admissible de créer une espèce nouvelle après cette constatation.

» En résumé, les deux maladies signalées comme *non décrites* par M. Joffrin étaient déjà connues avant sa Communication, aussi bien des praticiens, cultivateurs de Chrysanthèmes, que des botanistes. »

GÉOLOGIE. — *Le tuffeau siliceux de la Côte-aux-Buis, à Grignon.* Note de M. **Stanislas Meunier**.

« Il y a bien longtemps qu'on sait l'existence de lits de silex subordonnés aux assises du Calcaire grossier supérieur; Cuvier et Brongniart la mentionnent dans leur « Description géologique des environs de Paris »

(1) Briosi et Cavara, *I Fonghi parassiti*, fasc. XI, n° 221.

(p. 284 et suiv.). Toutefois, il ne paraît pas que les concrétions dont il s'agit aient été jusqu'à présent l'objet d'un examen spécial; c'est ce qui me décide à résumer les observations auxquelles j'ai eu récemment l'occasion de les soumettre.

» Les matériaux de mes études proviennent d'un puits qui a été foncé dans ces derniers temps au lieu dit la Côte-aux-Buis, dans le parc de l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon, et qui a traversé successivement les Caillasses coquillières (Banc franc) à *Lucina saxorum*, le Banc vert, à *Cyclostoma mumia*, et une partie du Banc royal à *Orbitolites complanata*. Les silex ne sont pas strictement localisés dans une couche spéciale; ils se trouvent dans plusieurs lits au contact mutuel du Banc vert et des Caillasses : j'ai des spécimens parfaitement silicifiés de *Lucina saxorum*, *L. Menardi*, *Pinna margaritacea*, *Cerithium angulosum*, et autres Cérithes et Turritelles. La forme des silex est très variable et souvent très tuberculeuse : ce sont des rognons rappelant tout à fait, pour les contours, les pierres à fusil de la craie de Meudon. Parfois, ils se soudent entre eux et constituent des masses plus ou moins volumineuses qui arrivent à faire des lits presque complets, stratifiés comme les couches calcaires voisines. Dans tous les cas, les parties externes de ces concrétions sont terreuses et d'un blanc grisâtre; c'est surtout la cassure qui fait reconnaître, sans essai, la nature siliceuse de la substance.

» La partie interne est très variable d'un cas à l'autre; ce n'est pas toujours qu'on y rencontre une pâte bien compacte, d'une nuance foncée, à cassure conchoïde, et rendant sous le choc du marteau le son ordinaire des silex. Bien souvent, l'aspect terreux et poreux de l'extérieur se continue jusqu'au cœur et les nodules se présentent manifestement comme des résultats d'*épuisement* de rognons qui devaient avoir antérieurement un caractère tout autre. Enfin, un type intermédiaire est fourni par des spécimens qui sont pour ainsi dire mouchetés, présentant sur un fond blanchâtre de matière plus ou moins épuisée, des îlots plus foncés à contours capricieux et offrant la texture relativement compacte indiquée pour le premier type.

» Ce qui fait, avant tout, l'intérêt de ces diverses variétés de concrétions, c'est que le microscope y révèle une constitution qui témoigne de l'activité avec laquelle s'accomplissent des phénomènes secondaires dans des couches déjà constituées.

» Les lames minces, taillées dans les types foncés et compacts, y montrent une accumulation remarquable de fossiles, parmi lesquels se signalent, par leur abondance, des Diatomées telles que des *Gallionella* et des *Fragilia*, auxquelles s'ajoutent des *Synedra*, des *Navicula* et quelques *Triceratium*; ce sont aussi des Foraminifères et avant tout des Millioles (*Quinqueloculina*), des *Valvulina*, des *Textularia* et des *Globigerina*.

» Dans les variétés mouchetées, la grande place est laissée à des spicules de Spongiaires, parmi lesquels paraissent prédominer de beaucoup des spicules monoaxes, généralement rectilignes et quelquefois courbés; on voit en outre quelques spicules de Tétractinellidés. Dans les points riches ainsi en Spongiaires, les Diatomées sont relativement rares; on y reconnaît des *Fragilia* et des formes qui rappellent les *Eunotia* et les *Surirella*.

» Enfin, dans les échantillons entièrement terreux et d'apparence épuisée, les vestiges

fossiles sont beaucoup plus indistincts et parfois difficiles à reconnaître; mais on sent qu'ils ont été attaqués et qu'originairement ils devaient être aussi nombreux que dans les types précédents.

» En présence de cette description sommaire, on ne peut qu'être très frappé de la ressemblance intime des concrétions de la Côte-aux-Buis, avec des roches éocènes du nord de la France et de la Belgique, où elles sont qualifiées de *tuffeaux* ([1]) et qui cependant sont toutes plus anciennes, puisqu'elles datent soit du niveau des sables de Bracheux (Glauconie inférieure) comme les tuffeaux de La Fère ou d'Angres, soit du niveau de sables de Cuise (Glauconie moyenne) comme ceux du Mont-des-Cats.

» Le *tuffeau* de Grignon présente avec ces roches une autre différence, qui peut être significative : c'est qu'il n'est pas subordonné à des sables, mais, bien au contraire, à des couches entièrement calcaires.

» Il n'y a pas de doute qu'il ne nous présente un exemple de roche qui, depuis l'époque de son dépôt, a traversé des vicissitudes nombreuses. A son début, c'était une vase surtout calcaire, accumulée au fond d'une mer où vivaient ensemble, pour y mêler leurs dépouilles après leur mort, outre un certain nombre de Mollusques, des myriades d'Éponges, de Diatomées et de Foraminifères. Les lits, ainsi constitués et qui ont mis longtemps à se former, ont été recouverts de plusieurs mètres de sédiments également marins.

» Beaucoup plus tard, le soulèvement du sol a rendu la région continentale et c'est alors que les transformations chimiques ont dû prendre le plus d'importance dans l'épaisseur des couches considérées. Toutefois, même avant cet événement, des changements profonds s'y sont déclarés et poursuivis; c'est même une occasion de protester contre une opinion qui a été émise à propos des tuffeaux siliceux du nord, que la silicification qu'on y observe doit témoigner d'un régime continental et suppose la collaboration de masses siliceuses superposées. L'observation de tous les jours conduit à reconnaître, au contraire, qu'une couche donnée peut être le théâtre de concrétions siliceuses par le seul fait de la circulation des eaux souterraines au travers de sa masse. L'histoire des rognons de silex de la craie, sous plus de 100^m de revêtement calcaire, ne s'expliquerait pas si elle exigeait le concours des eaux carboniquées météoriques. C'est que la silice, bien plus malléable à cet égard que le

([1]) Voyez : CAYEUX, *Étude micrographique des terrains sédimentaires*, in-4°, 1897, p. 117.

carbonate de chaux, se dissout fort bien dans l'eau exempte d'acide carbonique. Aussi pouvons-nous attribuer la constitution du tuffeau siliceux de la Côte-aux-Buis (et la conclusion s'étendra sans doute aux formations analogues) à une dissolution souterraine de la silice hydratée des tests animaux et végétaux, et à son transport autour de certains centres d'attraction qni en ont déterminé la précipitation et la déshydratation partielle.

» Mais l'influence continentale n'est pas pour cela moins évidente, comme un détail de l'histoire de cette roche, détail auquel se rattache la dissection qu'elle a subie en tant de points et qui lui a donné l'apparence épuisée et la porosité nectique que nous avons signalées. Quant à dire à quelle époque il faut rattacher cet épisode dans les transformations, c'est ce qui ne paraît pas facile, car les oscillations verticales du sol ont été évidemment très nombreuses dans le pays. L'intégrité des couches superposées à *Corbula anatina* doit cependant faire reporter le phénomène à l'époque éocène, correspondant peut-être à l'extension des lacs où vivait en abondance le *Cyclostoma mumia*. »

PHYSIOLOGIE. — *Apparition, chez une pouliche, de lésions analogues à celles qui se sont présentées chez sa mère à la suite d'un accident survenu pendant qu'elle la portait* (1). Note de M. **Le Hello**, présentée par M. Marey.

« Le 27 mai 1900, la jument de course Mascarade, par Mask et Shepherd's Bush, de couleur alezane, s'est heurté le côté gauche de la tête contre une branche de pommier, sur laquelle elle est arrivée à toute allure. Le choc a été tellement violent que l'arbre a été dépouillé de son écorce.

» Après la guérison de la contusion, on a constaté une dépression très accusée au niveau du lacrymal, avec un certain affaissement de l'apophyse orbitaire. Comme il arrive en pareil cas, la nutrition de l'œil a été gravement altérée; le globe oculaire est aujourd'hui très atrophié.

» Aucun symptôme n'a pu faire supposer, à aucun moment, que les centres nerveux aient été atteints.

» Au mois d'avril (le 19 et le 21), Mascarade avait reçu deux fois l'étalon Nicham II, de couleur bai brun. Ces saillies l'avaient fécondée et la gestation était par conséquent

(1) Le fait indiqué dans cette Note s'est produit au haras de Mautry, sur la commune de Touques (Calvados), dans la propriété de M. le baron de Rothschild. C'est par M. le Directeur du Dépôt d'étalons du Pin que je l'ai connu, et c'est aussi grâce à lui que j'ai pu obtenir les renseignements utiles à ce sujet.

dans sa sixième semaine, lorsqu'elle a été blessée. Une pouliche de couleur baie est née le 13 mars 1901 ; on la trouve au Stud-boock sous le nom de *La Courtille*.

» Dès sa naissance, La Courtille a offert, sur la face gauche de la tête, des lésions ressemblant au plus haut point à celles établies chez sa mère. La dépression lacrymale est moins marquée, mais l'arcade orbitaire est encore plus rentrée que pour Mascarade; la petite cavité désignée en hippologie sous le nom de *salière*, encore très apparente chez la mère, n'existe pour ainsi dire plus dans la fille. Pour cette dernière, la grosseur de l'œil ne dépasse pas le volume d'une lentille.

» Dans quelle forme de l'hérédité doit-on classer le cas de transmission qui vient d'être rapporté? Bien des opinions contradictoires sont sans doute appelées à se formuler sur ce point. A mon avis, c'est une forme très marquée des impressions nerveuses, dont la réalité a plutôt été niée jusqu'à l'heure actuelle ([1]). »

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 janvier 1902.

Introduction à l'étude des métaux. Leçons professées à la Faculté des Sciences, par Alfred Ditte, Membre de l'Institut. Paris, Société d'éditions scientifiques, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Flore de France ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine, par G. Rouy et J. Foucaud, continuée par G. Rouy et E.-G. Camus; t. VII. Paris, Deyrolle fils, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Marseille médical, Journal bi-mensuel. Directeur : Ch. Livon; 39e année, n° 1, 1er janvier 1902. Marseille; 1 fasc. in-8°.

Le Messager agricole, revue des Associations et des intérêts agricoles du Midi, publié sous la direction de M. le Dr Frédéric Cazalis; 43e année, t. XLIII de la collection, 5e série, t. III, n° 1. Montpellier et Paris, 1902; 1 fasc. in-8°.

Journal du pétrole et des industries qui s'y rattachent, paraissant le 10 et le 25 de chaque mois. Rédacteur en chef : Henry Neuburger; 2e année, n° 1, 1er janvier 1902. Paris, 1 fasc. in-4°.

Le Mouvement scientifique, industriel, économique, financier, Revue hebdomadaire. Directeur : Louis Baulard; 18e année, n° 1, 11 janvier 1902. Paris, 1 fasc. in-4°.

([1]) Tous ces faits sont consignés dans des lettres que l'on peut lire au livre des copies de l'établissement. Le chef d'écurie, M. Albert-E. Balchin, n'a pas été changé dans la période où tout ce qui précède s'est passé.

Journal de l'Éclairage au gaz, 50e année, n° 1, 5 janvier 1902. Paris, 1 fasc. in-4°.

Metafisica de los conceptos matemàticos fundamentales (espacio, tempo, cantidad, limite) y del analysis llamado infinitesimal; tesis por Claro Cornelio Dassen. Buenos-Ayres, 1901; 1 fasc. in-8°.

Argentine-Chilian boundary in the Cordillera de los Andes. Argentine evidence; maps I-XVI. Londres, A.-K. Johnston, 1900; 1 étui in-4° contenant 16 cartes pliées. (Présenté par M. de Lapparent. Hommage de M. Francisco P. Moreno.)

Huit Opuscules relatifs à l'Astronomie, dont six par M. C. Dunér et deux par M. Osten Bergstrand. Stockholm, 1900-1901; 8 fasc. in-8°. (Présentés par l'Observatoire d'Upsal.)

Meteorological observations made at the Adelaide Observatory and other places in South Australia and the northern territory, during the year 1898, under the direction of Charles Todd. Adelaïde, 1901; 1 vol. in-4°.

Sociedad meteorologica Urugaya. Servicio pluviometrico. Director : Francisco A. Lanza. *Resumen de la observaciones pluviometricas efectuadas durante el* 1er-4° *trimestres del ano de* 1898; ano VII, nos 1-4. Montevideo, 1901; 4 fasc. in-8°.

Fifty-sixth annual report of the director of the astronomical observatory of Harvard College, for the year ending 30 *september* 1901, by Edward-C. Pickering. Cambridge. Mass., 1901; 1 fasc. in-8°.

Iowa geological Survey, Vol. XI : *Annual Report* 1900. Des Moines, 1901; 1 vol. petit in-4°.

Publications of the Washburn Observatory of the University of Wisconsin, Vol. X, part 2 : *Observations of Eros* 1900-1901. Madison, Wisc., 1901; 1 fasc. in-4°.

Memorias de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid, t. XIV : *Estudios preliminares sobre la fauna malacologica de las islas Filipinas :* Atlas, fasc. 1. Madrid, Don Luis Aguado, 1891-1900; 1 vol. in-4°.

Beiblätter zu den Annalen der Physik, Bd. XXVI, Heft 1. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1902; 1 fasc. in-8°.

Chemiker-Zeitung. Central-Organ für Chemiker, Techniker, Fabrikanten, Apoteker, Ingenieure, herausgeg. v. Dr G. Krause, Jahrgang XXVI, Nummer 1, den 1. Januar 1902. Cöthen; 1 fasc. in-4°.

Wiener klinische Wochenschrift. Organ des K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien; Jahrg. XV, n° 1. Vienne, 2 janvier 1902; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 janvier 1902.

La pression artérielle de l'homme à l'état normal et pathologique, par le professeur C. Potain, Membre de l'Institut. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Marey.)

L'alimentation en eau et l'assainissement des villes, compte rendu des derniers progrès et de l'état actuel de la Science sur ces questions, par le Dr Ed. Imbeaux; Vol. II : *L'assainissement des villes.* Paris, E. Bernard et Cie, 1902; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Maurice Levy, pour le concours du prix Montyon, Arts insalubres.)

Les entrailles de la Terre, par E. Caustier. Paris, Nony et Cie, 1902; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Comment on défend son vignoble, par G. FABIUS DE CHAMPVILLE, 2e éd. Paris, s. d.; 1 fasc. in-12.

Brevets d'invention : Loi du 5 juillet 1844, *publication* in extenso; 1899 (12e Partie). Paris, Imprimerie Nationale, 1901; 1 vol. in-8°.

Rapport sur les travaux du Service du Nivellement général de la France en 1899 *et* 1900, accompagné de 19 planches de diagrammes figuratifs, par M. CHARLES LALLEMAND. (Extrait des *Comptes rendus des séances de la Conférence générale de l'Association géodésique internationale,* tenue à Paris en 1900.) 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.) (*A suivre.*)

ERRATA.

—

(Séance du 6 janvier 1902.)

État de l'Académie au 1er janvier 1902 :

Page 11, le nom de LAWES (Sir John-Bennet) a été inscrit par erreur, parmi les Correspondants de la Section d'Économie rurale. Il est décédé le 11 août 1900.

Note de MM. *Ch. Moureu* et *R. Delange,* Sur la condensation des carbures acétyléniques avec les sels-éthers. Synthèses d'acétones acétyléniques et d'éthers β-cétoniques :

Page 45, ligne 26, après la formule $R - C \equiv C - CHO$, *intercaler la phrase suivante :* La suite établira que la même réaction, répétée avec d'autres éthers-sels, fournit des acétones acétyléniques $R - C \equiv C - CO - R'$. Mais, etc.

Page 46, ligne 17, *au lieu de* $CH^3 - CH^2 - CH^2 - CO - C^6H^5$, *lisez*

$$CH^3 - CH^2 - CH^2 - CO - CH^2 - CO - C^6H^5.$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JANVIER 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

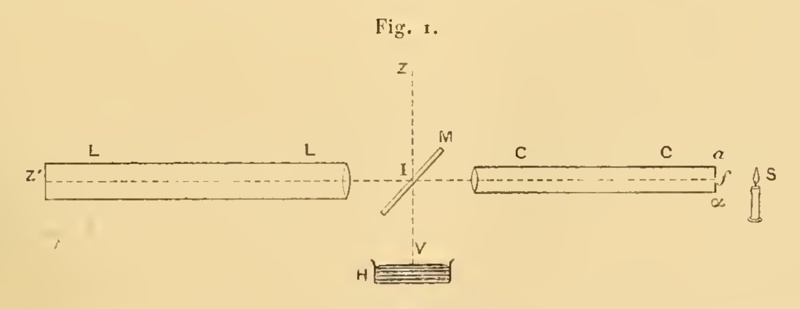
ASTRONOMIE. — *Appareil pour mesurer les variations des petites distances zénithales.* Note de M. G. Lippmann.

« Le problème de la variation des latitudes exige des mesures très précises de distances zénithales. Plusieurs auteurs ont proposé, pour ces mesures, des instruments spéciaux destinés à éviter les causes d'erreur et corrections propres à la lunette méridienne.

» L'appareil que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie a le même objet. Il rend le zénith visible à chaque instant dans le champ d'observation sous la forme d'une étoile artificielle qui brille parmi les étoiles réelles. Il présente les avantages suivants : 1° il peut fonctionner sans réglage et même sans stabilité; 2° il permet de remplacer l'observation visuelle par la photographie. La photographie fournit, comme repères, de nombreuses étoiles de diverses grandeurs, en plus des étoiles peu nombreuses sensibles à la vue; et l'on sait d'ailleurs que la mesure d'un cliché donne des résultats plus exacts que l'observation visuelle.

» L'appareil se compose essentiellement (*fig.* 1) d'un bain de mer-

Fig. 1.



cure H, d'un collimateur CC éclairé par la source S, d'un miroir plan M en verre argenté, enfin de la lunette d'observation LL. La fente du colli-

mateur est un petit trou ou bien un petit trait horizontal tracé sur l'argenture d'une glace argentée *aa* qui occupe le plan focal du collimateur. Le miroir M projette dans la lunette LL l'image de la portion zénithale du ciel; en même temps les rayons émanés du collimateur traversent l'argenture, qui est quelque peu transparente, et vont former dans le plan focal de LL l'image Z' du point *f*, de sorte que dans le plan focal de LL on a à la fois les images des étoiles et l'étoile artificielle Z'.

» Le système ainsi constitué jouit des propriétés suivantes : 1° dans le cas particulier où le faisceau IV réfléchi par le miroir M sur le bain de mercure est vertical, l'image Z' est l'image du zénith; 2° si le faisceau IV n'est pas vertical, l'image Z' est dédoublée, c'est-à-dire remplacée par deux images Z_1, Z_2; dans ce cas la place du zénith est le point milieu de la droite $Z_1 Z_2$. Il s'ensuit que l'on connaît toujours la position du zénith soit par un point unique, si le réglage en verticalité existe, soit par une bissection, si l'appareil est déréglé.

» Pour faire des mesures visuelles, il faudrait munir la lunette LL d'un oculaire avec micromètre, et mesurer les distances des étoiles au point Z', ou au couple $Z_1 Z_2$, qui demeurent fixes dans le champ.

» Pour opérer par la photographie, il faut munir la lunette d'un châssis avec plaque sensible, et lui donner un mouvement parallactique pour lui faire suivre les étoiles. On obtient comme résultat de l'opération un cliché pareil à ceux de la Carte du ciel, que l'on munira en outre d'un système de coordonnées rectangulaires. Le point Z' a d'ailleurs parcouru la surface du cliché et a tracé en travers une ligne fine. Cette ligne fine qui coupe le cliché est le parallèle décrit par le zénith du lieu de l'observation.

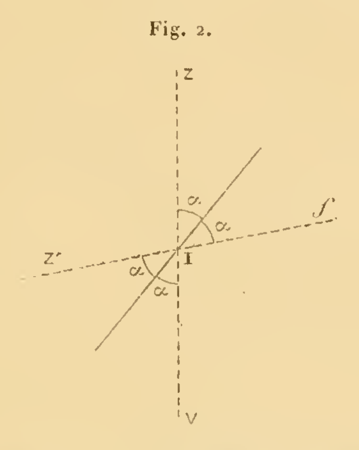
» Il suffit donc de mesurer le cliché pour avoir les distances des étoiles audit parallèle.

» Si l'appareil n'est pas réglé, c'est-à-dire si le faisceau IV n'est pas vertical, l'image Z' est dédoublée, c'est-à-dire remplacée par deux images Z_1 et Z_2, lesquelles tracent sur le cliché deux lignes parallèles. Le parallèle tracé par le zénith est exactement à mi-chemin de ces deux lignes. On obtient donc la distance zénithale d'une étoile en prenant la demi-somme de ses distances aux deux lignes visibles sur la plaque. Les résultats obtenus sont exacts : ils ne dépendent pas d'un réglage. Ils sont même indépendants de la distorsion de l'objectif de LL; car c'est le même objectif qui produit l'image du Ciel et celle des points zénithaux.

» Il reste à démontrer les propriétés optiques de l'appareil visées plus haut. Soient *f*I et IV les directions des deux faisceaux incidents et réfléchis sur le miroir M (*fig.* 2).

» Prolongeons ces directions suivant IZ et IZ'; d'après les lois de la réflexion, le plan du miroir est un plan de symétrie pour ces deux droites. Donc les prolongements IZ et IZ' ont également les positions relatives de deux rayons incidents et réfléchis, c'est-à-dire que, si IZ était un rayon incident, IZ' serait le rayon réfléchi.

Fig. 2.



» Dans le cas où IV est vertical, son prolongement passe par le zénith. D'après ce qui précède, un faisceau lumineux tombant du zénith fournirait, par réflexion, le faisceau IZ'. Donc l'image Z' fournie dans une lunette d'observation par ce dernier faisceau coïncide rigoureusement avec l'image réfléchie du zénith.

» Quand le faisceau IV est vertical, il est renvoyé sur lui-même par le bain de mercure; en rentrant dans le collimateur, il produit dans le plan focal une image de la fente f qui retombe sur celle-ci : il y a autocollimation. Supposons que ces conditions ne soient plus réalisées : la fente f a une position quelconque f_1. Le faisceau émergent, n'étant plus vertical, donne lieu à un faisceau réfléchi sur le mercure qui ne se superpose plus à lui, mais qui est simplement son symétrique par rapport à la normale. En rentrant dans le collimateur, le faisceau réfléchi par le mercure forme, dans le plan focal aa, une image f_2 de f, distincte de f_1. Or, il faut remarquer que f_2 se comporte à la façon d'une seconde source lumineuse; car les rayons qui convergent au point f_2, lequel se trouve sur l'argenture de la plaque aa, sont renvoyés vers l'objectif du collimateur et le cône incident donne lieu à un cône réfléchi qui a le même sommet. La fente f_1 et le point f_2 fournissent dans la lunette d'observation deux images z_1 et z_2. Les rayons incidents et réfléchis sur le mercure étant symétriques par rapport à la verticale, il s'ensuit que les points f_1 et f_2, d'une part, que les points z_1 et z_2, d'autre part, sont angulairement équidistants du zénith. En résumé, quand il n'y a plus autocollimation, quand le réglage n'existe plus, on obtient dans la lunette LL, au lieu d'une image z du zénith, deux points lumineux z_1 et z_2 symétriquement placés par rapport à l'image du zénith.

» Il est indifférent que la glace argentée soit ou ne soit pas normale à l'axe du collimateur et que sa surface soit imparfaitement plane. Une petite déviation de l'élément sur lequel se forme l'image f_2 ne change pas la place

de cette image : il en résulte simplement que le cône de lumière renvoyé peut ne plus couvrir exactement l'objectif; d'où une faible perte d'intensité lumineuse.

» Par contre, la théorie suppose que le miroir M est plan, ou, ce qui revient au même, qu'il est constitué par une lame à faces planes et parallèles. Or, en fait, le parallélisme des deux faces est rarement réalisé à moins de 2″ ou 3″ près; d'où une faible prismaticité et une correction correspondante. L'appareil, d'ailleurs, fournit lui-même la grandeur de cette correction. En éclairant fortement la fente f, on observe, si la lame est prismatique, que son image formée dans la lunette LL est accompagnée d'une série d'images très faibles et équidistantes : ces images sont dues aux réflexions intérieures dans la lame M. Elles sont trop faibles pour marquer sur le cliché d'étoiles, mais on peut les photographier par une pose suffisante en arrêtant le mouvement parallactique. Or, comme on le démontrerait facilement, la distance entre deux images consécutives est égale à la correction due à la prismaticité. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques propriétés du rayonnement des corps radioactifs.* Note de M. Henri Becquerel.

« 1° *Sur les caractères du rayonnement de l'uranium.* — J'ai montré antérieurement (¹) que le rayonnement de l'uranium était dévié par un champ magnétique. L'observation avait été faite par l'action de ce rayonnement sur une plaque photographique; celle-ci ayant été enveloppée de papier noir, on n'avait pu reconnaître s'il existait dans le rayonnement en question une partie non déviable et très absorbable, partie qui est très intense dans le rayonnement du radium, mais qui est arrêtée par le papier noir.

» J'ai repris dernièrement pour l'uranium une disposition expérimentale que j'avais déjà employée pour le radium. Dans le champ uniforme d'un aimant permanent, on place un petit bloc de plomb contenant la matière active tassée dans une fente rectiligne de 1^{mm} de large environ, et orientée parallèlement au champ. Au-dessus de cette source, une fente très fine pratiquée dans du verre ou dans du plomb diaphragme le faisceau émis dans un plan parallèle au champ. Au-dessus de ce système on dispose

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXX, juin 1900, p. 1584.

une plaque photographique non enveloppée, coupant normalement le plan du faisceau avant sa déviation, et plus ou moins inclinée sur le champ. Si la matière radioactive est spontanément lumineuse, on élimine la lumière en couvrant la source avec une feuille mince d'aluminium de $0^{mm},01$ d'épaisseur, qui laisse passer la presque totalité du rayonnement.

» Dans ces conditions, je rappelle que, si la source est du radium, on observe, au bout de quelques minutes de pose, d'une part une impression rectiligne très forte correspondant à des rayons non déviés par l'aimant, puis, d'autre part, une impression diffuse déviée par le champ, correspondant à des rayons inégalement déviables dont les traces des trajectoires tendent d'autant plus à devenir des circonférences de cercles que la position de la plaque est plus près d'être normale au champ. Si l'on interpose une feuille de papier noir ou une lame d'aluminium de $0^{mm},1$ d'épaisseur, la partie déviable apparaît seule. Cependant, si l'on prolonge l'expérience pendant plusieurs jours, on voit apparaître une impression rectiligne correspondant à d'autres rayons, non déviables et très pénétrants.

» Je rappellerai encore que le polonium n'émet pas de rayons déviables et que le rayonnement de ce produit est arrêté par une feuille de papier.

» J'ai obtenu avec l'uranium, dans les conditions qui viennent d'être décrites, des épreuves qui ont été développées, l'une après 20 jours et l'autre après 42 jours de pose. Le champ magnétique avait une intensité d'environ 1350 unités C. G. S. Les deux épreuves montrent que la totalité du rayonnement actif a été déviée. Bien que la plaque photographique ait reçu le rayonnement sans l'interposition d'aucun écran, il n'y a pas eu trace appréciable d'impression par des rayons non déviables.

» Cette absence d'impression ne permet de rien décider relativement à l'existence de rayons non déviables très pénétrants ; car cette partie du rayonnement est si longue à impressionner une plaque photographique, même avec une source intense comme le radium, qu'il eût fallu vraisemblablement, pour la reconnaître dans le rayonnement de l'uranium, des poses considérablement plus longues que celles qui ont été réalisées.

» Il n'en est pas de même pour la partie non déviable et très absorbable. Celle-ci, avec le radium, donne une impression notablement plus intense que la partie déviable, et, dans les épreuves obtenues avec le rayonnement de l'uranium, elle aurait dû impressionner les plaques photographiques. On doit donc en conclure, ou qu'elle n'existe pas dans le rayonnement de l'uranium, ou que, si elle existe, cette partie

non déviable et peu pénétrante n'est pas émise avec une intensité dont le rapport avec l'intensité de la partie déviable soit du même ordre de grandeur que pour le rayonnement du radium. J'ai reconnu antérieurement ([1]) qu'une épaisseur de 1^{cm} d'air absorbait plus du tiers de l'activité de l'uranium dans l'ionisation de l'air; il semble donc que, si cette absorption arrêtait la partie non déviable en question, celle-ci eût dû cependant impressionner la plaque photographique dans les régions qui n'étaient qu'à quelques millimètres de distance de la source.

» En faisant, dans des conditions identiques, des épreuves de comparaison avec le radium, on reconnaît que l'impression obtenue avec le rayonnement déviable de l'uranium est due principalement à des rayons semblables à ceux de la partie la moins déviable du rayonnement du radium, caractérisés par des rayons de courbure dont la valeur multipliée par l'intensité du champ magnétique est comprise entre 1500 et 2000 unités C.G.S pour la région du maximum d'impression. L'existence de ces rayons très pénétrants, caractéristiques du rayonnement de l'uranium, est conforme aux résultats que j'avais déjà observés ([2]).

» Il convient toutefois d'observer que, comme cela se présente pour la position du maximum d'intensité dans les spectres des rayons lumineux, la région du maximum d'impression dépend à la fois de l'activité propre de chaque rayon simple et de la loi de dispersion par le champ, c'est-à-dire de la manière dont l'énergie est distribuée sur chaque unité de surface de la plaque, et dont elle est absorbée par la matière impressionnable. La région du maximum tend à être déplacée du côté des rayons les moins déviés.

» En dehors de l'énorme différence entre les intensités, l'absence d'une partie du rayonnement non déviable établit une nouvelle différence caractéristique profonde entre le rayonnement de l'uranium et celui du radium.

» 2° *Action du rayonnement du radium sur le phosphore.* — Après avoir montré ([3]) que le rayonnement obscur du radium transforme le phosphore blanc en phosphore rouge, j'ai cherché à analyser ce phénomène et à reconnaître, au moins en partie, la nature des rayons actifs. Dans une cuve plate en verre de 1^{mm} d'épaisseur, dont une face était formée par une lame de mica très mince, on a coulé du phosphore blanc, que l'on a

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 201.

([2]) *Ibid.*, t. CXXX, p. 1584.

([3]) *Ibid.*, t. CXXXIII, p. 711.

recouvert d'une couche de glycérine. La cuve a été disposée verticalement contre l'une des armatures d'un aimant donnant un champ d'environ 400 unités C.G.S., puis à la partie supérieure on a placé une source linéaire horizontale normale à la cuve et parallèle au champ. La matière active était du chlorure de radium enfermé dans un petit tube de verre de 1^{mm} de diamètre, et entouré d'une feuille d'aluminium battu enroulée plusieurs fois autour du tube pour arrêter la lumière émise; deux fentes successives distantes de 15^{mm}, pratiquées dans des lames de plomb et parallèles au tube, limitaient l'émission dans un plan parallèle au champ. Le radium avait été enfermé dans un tube scellé, et placé au-dessus du phosphore, de façon à être protégé contre une inflammation accidentelle du phosphore pendant la longue durée de l'expérience. La présence du tube de verre arrêtait la partie non déviable et très absorbante du rayonnement, ainsi qu'on a pu s'en convaincre en substituant ultérieurement à la cuve une plaque photographique.

» Dans les conditions qui viennent d'être décrites, on a vu, au bout de quelques semaines, apparaître sur le phosphore blanc une trace rouge montrant la transformation effectuée par la partie déviable du rayonnement, trace superposable à l'impression obtenue sur une plaque photographique de comparaison. L'expérience a été arrêtée au bout de 60 jours. Les rayons non déviables très pénétrants, dont l'impression n'apparaît sur la plaque photographique qu'au bout de 2 jours de pose, n'ont donné sur le phosphore aucune action appréciable. Les rayons secondaires émis par le plomb ont, au contraire, agi assez activement; on sait que ces rayons sont peu pénétrants et très absorbables.

» Il est donc démontré par cette expérience que la partie déviable du rayonnement du radium, identique aux rayons cathodiques, transforme le phosphore blanc en phosphore rouge. Il est très probable que la partie non déviable très absorbable serait également très active pour effectuer cette transformation, mais on a vu que la nécessité de préserver le radium contre un accident d'expérience avait conduit à employer un tube de verre qui arrêtait ce dernier rayonnement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation du tantale au four électrique et sur ses propriétés*. Note de M. **Henri Moissan**.

« Dans une Note publiée aux *Comptes rendus* le 1er juillet 1901, nous avons indiqué que la niobite réduite en poudre et additionnée de charbon

de sucre fournissait au four électrique une fonte riche en niobium et en tantale. La masse métallique, traitée par l'acide fluorhydrique additionné d'acide nitrique, puis par le fluorure de potassium, donnait un mélange de fluotantalate et de fluoxyniobate. En appliquant à ces sels la méthode de séparation de Marignac, nous avons préparé environ 4^{kg} de fluoxyniobate et de fluotantalate de potassium.

» Le mélange de ces deux sels a été épuisé six fois par l'eau bouillante. Le fluotantalate restant, après avoir été lavé à l'eau distillée, a été décomposé par son poids d'acide sulfurique dans une capsule de platine. Le précipité blanc lavé avec soin à l'eau chaude a été calciné. L'acide tantalique retient, après lavage et calcination, 0,32 de soufre à l'état d'acide sulfurique sous forme de combinaison. On mélange à cet acide tantalique 10 pour 100 de carbonate d'ammoniaque pur, puis on calcine. Cette opération est répétée deux fois.

» Après nous être assuré de la pureté de l'acide tantalique par la détermination de sa densité et de son poids moléculaire, nous avons cherché à le réduire par le carbone, à la température du four électrique.

» Nous rappellerons que Berzélius, en chauffant le fluotantalate de potassium avec du potassium, a obtenu une poudre grise ne conduisant pas l'électricité et d'une densité de 10,08.

» Henri Rose, en décomposant par le sodium le fluotantalate du même métal, a recueilli une poudre noire d'une densité de 10,78 et bonne conductrice de l'électricité.

» Children, par l'électrolyse de l'acide tantalique au moyen d'un courant intense, obtint un tantale de couleur jaune rougeâtre et très cassant.

» Enfin Marignac, en décomposant un fluotantalate par l'aluminium, a préparé et décrit un alliage cristallisé de tantale et d'aluminium.

» L'acide tantalique était regardé jusqu'ici comme infusible et irréductible par le carbone. Nous avons additionné cet acide tantalique d'une quantité de charbon de sucre correspondant à la réaction :

$$Ta^2O^5 + 5C = 2Ta + 5CO.$$

» Pour obtenir une fonte ne contenant que peu de carbone il est utile d'augmenter de $\frac{1}{10}$ la proportion d'acide tantalique.

» Ce mélange a été aggloméré par la pression sous forme de petits cylindres qui ont été chauffés au four Perrot dans une brasque de charbon de sucre. Après cette calcination qui donne au mélange une certaine consistance, on dispose ces cylindres dans un creuset de graphite que l'on

chauffe au four électrique. On peut aussi placer ces cylindres dans une nacelle de graphite au milieu d'un tube de même substance. Dans les deux cas, l'élévation de température doit être très grande, si l'on veut liquéfier la fonte de tantale. Sans quoi, la réduction se produit bien, mais les cylindres, tout en se frittant, conservent à peu près leur forme, et présentent à la loupe l'aspect d'une masse métallique caverneuse recouverte d'une petite couche jaune ou orangée.

» Lorsque l'on chauffe 5 minutes avec un courant de 800 ampères sous 60 volts, on n'obtient qu'une masse frittée; il faut chauffer pendant 10 minutes pour arriver à la fusion du tantale.

» *Propriétés du tantale.* — Ce tantale, lorsqu'il est suffisamment chauffé, s'obtient sous forme d'une masse métallique brillante, à cassure cristalline. Certaines préparations nous ont donné une fonte ne renfermant plus que 0,5 de carbone, mais, dans ce cas, plus de la moitié du tantale avait été volatilisée pendant la préparation. Cette fonte, peu riche en carbone, raye le verre et le cristal de roche avec facilité; elle est infusible au chalumeau oxhydrique qui la transforme rapidement en acide tantalique. Elle peut être fondue dans le four électrique, mais avec un arc puissant. Sa densité a été trouvée égale à 12,79, tandis que la densité du tantale, préparé par Berzélius, était de 10,08, et celle du tantale de Rose, 10,78.

» La fonte de tantale, réduite en poudre fine et légèrement chauffée, prend feu dans le fluor à la température ordinaire, en fournissant d'abondantes vapeurs qui, par condensation sur un corps froid, donnent un fluorure. Dans un courant de chlore, l'attaque du tantale commence lentement dès 150°. Elle augmente vers 200° et enfin, à 250°, la combinaison se produit avec incandescence; il se sublime un chlorure de tantale en longues aiguilles de couleur jaune orangé. Ce chlorure est facilement fusible et se volatilise sans décomposition dans une atmosphère de chlore. Le brome peut être distillé sur la poudre de tantale sans produire aucune réaction. Mais au rouge sombre il commence à donner un sublimé jaune, et, au point de ramollissement du verre, la réaction devient complète en dégageant beaucoup de chaleur. La vapeur d'iode ne réagit pas sur le tantale en poudre à une température de 600°.

» Si nous plaçons du tantale dans un courant d'oxygène sec, il faut le porter à la température (prise à la pince thermo-électrique) de 600° pour qu'il prenne feu et qu'il continue à brûler avec une vive incandescence. A la température de 700°, le soufre, le sélénium et le tellure n'ont pas réagi.

» Chauffé dans un courant d'azote à 1200°, le tantale n'augmente que très peu de poids et ne se transforme pas en azoture. Le phosphore et l'arsenic peuvent être distillés sur le tantale au point de ramollissement du verre sans produire aucune réaction. Il en est de même de l'antimoine.

» Une fonte de tantale renfermant 0,6 de carbone ne se combine pas au sodium, au potassium ou au zinc en fusion. Chauffée au four électrique, avec du fer, une faible partie entre en combinaison, et le culot métallique ne présente aucune homogénéité.

» L'acide chlorhydrique gazeux attaque le tantale en produisant un sublimé blanc dont la couleur fonce par élévation de température; il se dégage, en même temps, de l'hydrogène. La vapeur d'eau et l'hydrogène sulfuré ne réagissent pas sur le tantale à la température de 600°, ou, si cette réaction se produit, elle est tout à fait superficielle. Le gaz ammoniac est décomposé, au rouge sombre, par la poudre de tantale, dont la couleur fonce sans changer de poids.

» Le gaz acide sulfureux est réduit par le tantale avec incandescence vers 500° en produisant un abondant dépôt de soufre et un oxyde de tantale. A la même température, l'oxyde azoteux et l'oxyde azotique réagissent avec une vive incandescence. L'anhydride phosphorique est réduit avec facilité au-dessous du rouge, en dégageant d'abondantes vapeurs de phosphore, mais sans incandescence.

» La poudre de tantale chauffée légèrement avec l'anhydride iodique devient incandescente et fournit un abondant dégagement de vapeurs d'iode.

» L'acide arsénique est réduit par le tantale au-dessous du rouge.

» Les composés riches en oxygène comme le bioxyde de manganèse réduisent le tantale avec une vive incandescence. Le protoxyde et le bioxyde de plomb légèrement chauffés avec du tantale en poudre deviennent incandescents et fournissent comme résidu une éponge noire renfermant de petits globules de plomb fondu. Le protochlorure et le bichlorure de mercure sont réduits avec facilité à chaud et produisent un sublimé de mercure métallique.

» La potasse en fusion est attaquée par le tantale, dégage de l'hydrogène et donne un sel alcalin. Le chlorate de potassium chauffé ne réagit pas sur le tantale, même à sa température de décomposition. Nous avons démontré précédemment qu'il n'en était pas de même du niobium. C'est donc une des réactions qui différencient ces deux corps simples.

» L'attaque du tantale par l'azotate de potassium en fusion se produit

de même plus lentement qu'avec le niobium; il n'y a pas d'incandescence et il se dégage du peroxyde d'azote.

» Les acides sont sans action sur le tantale. Seul, l'acide sulfurique concentré l'attaque lentement à l'ébullition en prenant une couleur brune. L'eau régale est sans action, mais, de même que le silicium et le niobium, le tantale est attaqué avec facilité par un mélange d'acide nitrique et d'acide fluorhydrique.

» Ces différentes réactions établissent donc que le tantale possède des propriétés réductrices très particulières qui le rapprochent plutôt des métalloïdes que des métaux. Les réactions sont semblables à celles du niobium. Ce parallélisme est très accusé, et la seule différence que ces deux corps simples présentent consiste en ce que le niobium est un réducteur plus énergique que le tantale.

» *Analyse.* — Le dosage du carbone et du tantale a été fait par combustion. Un poids de fonte réduit en poudre est chauffé dans une nacelle au milieu d'un courant de gaz oxygène. Tout le carbone est transformé en acide carbonique qui est recueilli et pesé. Par augmentation du poids de la nacelle, on peut déduire de l'acide tantalique formé la quantité de tantale mis en expérience.

» Il faut avoir soin, dans cette analyse, de bien s'assurer si le tantale a été complètement transformé par la combustion en acide tantalique.

» Nous avons trouvé ainsi les chiffres suivants, en prenant 183 comme poids atomique du tantale :

	1.	2.	3.	4.	5.
Carbone combiné...	2,5	1,8	1,1	0,66	0,5
Tantale............	96,7	97,35	»	»	»

M. **Wolf**, en présentant à l'Académie, en son nom et au nom de M. Gauthier-Villars, un Ouvrage intitulé : « Histoire de l'Observatoire de Paris, de sa fondation à 1793 », s'exprime comme il suit :

« L'histoire que je me suis proposé d'écrire n'est pas l'Histoire céleste de l'Observatoire : celle-ci est bien connue, elle est contenue dans les Mémoires de l'ancienne Académie des Sciences et la lacune qu'elle présentait vient d'être comblée par la publication qu'a faite M. Bigourdan des *Annales célestes du* XVIIe *siècle,* par Pingré. Il n'en est pas de même de l'histoire des bâtiments de l'Observatoire, des astronomes qui y ont habité, des instruments qu'ils ont employés et du régime sous lequel ils ont vécu. Bien des légendes erronées se sont formées à ce sujet et ont été répétées dans les histoires de notre grand établissement astronomique. J'ai cherché

à rétablir la vérité des faits en recourant aux pièces originales qui m'ont été fournies par nos Archives de l'Observatoire, par celles de l'Académie, par les Archives nationales et aussi par la publication si intéressante de notre confrère M. Guiffrey, les *Comptes des bâtiments du roi Louis XIV*. C'est grâce à ces comptes que j'ai pu rectifier une assertion d'Arago : la construction de l'Observatoire n'a pas coûté 1 500 000 livres, mais à peine la moitié de cette somme : 715 000 seulement.

» Les premiers Chapitres sont consacrés à la description des bâtiments, aux transformations qu'ils ont subies, aux astronomes qui y ont logé. Le Chapitre IX complète cette description par les récits des visites célèbres qu'a reçues l'établissement : visite de Louis XIV, dont la date est inexactement donnée dans les Mémoires de l'Académie, erreur singulière que tous les auteurs ont répétée; visite du roi d'Angleterre, dont j'ai rétabli la relation primitive écrite par J.-D. Cassini, bien plus complète que les récits qui en ont été publiés. Dans ce même Chapitre, je rapporte, d'après un manuscrit de Cassini Ier, un entretien de ce savant avec Louis XIV, où ce prince fait preuve d'une intelligence des choses de la marine et de la géographie qui semble contredire l'opinion des historiens, que son éducation avait été fort négligée.

» Parmi les points sur lesquels mes recherches m'ont permis de rétablir la vérité historique, il en est un que je tiens à signaler tout particulièrement à l'attention de l'Académie. D'après Delambre et à sa suite, tous les historiographes de l'Astronomie ont répété que J.-D. Cassini, dès son arrivée en France, avait été nommé Directeur de l'Observatoire, au mépris des droits légitimes de l'abbé Picard et au grand détriment de la Science astronomique. Et, partant de là, ils ont accumulé sur ce grand homme les calomnies les plus injustes; on a été jusqu'à le traiter de charlatan. Or, il n'y a pas eu de Directeur de l'Observatoire avant 1771; la place et le titre en furent créés pour son petit-fils. L'étude consciencieuse de ses écrits m'a révélé un Cassini tout différent de celui qu'on s'était plu à nous peindre, et j'ai pu restituer à ce grand homme la figure sous laquelle ses contemporains l'avaient connu et admiré, le plus grand et le plus complet des astronomes de l'Europe à son époque et, en même temps, l'homme le plus modeste et le plus bienveillant pour ses collaborateurs. J'ai consacré tout un Chapitre à la défense de J.-D. Cassini : j'espère que le lecteur ne trouvera pas que je m'y suis trop attardé.

» Bien que le titre de Directeur ait été créé en 1771 en faveur de Cassini de Thury, ce ne fut qu'en 1784 que l'Observatoire eut, dans la

personne de son fils Jean-Dominique, un Directeur réel, assisté d'un personnel régulier, jouissant d'un budget annuel. Dès lors, l'histoire de l'Observatoire devient celle d'un établissement régulièrement constitué et nous assistons pendant huit années à une période d'activité telle que l'Observatoire n'en avait plus connu depuis les premiers temps de sa fondation. Grâce à la protection de deux Ministres amis des Sciences, le baron de Breteuil et le comte d'Angiviller, les cabinets d'observation sont reconstruits, des instruments nouveaux commandés aux artistes français et en Angleterre; enfin, le bâtiment de Perrault est reconstruit dans des conditions à braver les siècles. Mais au moment où Cassini IV allait recueillir les fruits de ses longs et ingénieux efforts, la Révolution éclate, et les odieuses machinations de Lakanal et des élèves que Cassini avait formés l'obligent à quitter l'établissement qu'il avait relevé de ses ruines.

» Ce fut pour le malheureux Directeur un coup sous lequel son génie sombra pour toujours.

» C'est à cette douloureuse époque que s'arrête le récit contenu dans ce Volume. J'espère, si Dieu me prête vie, pouvoir présenter, dans une seconde Partie, l'histoire de notre Observatoire jusqu'à l'époque actuelle.

» Je ne puis terminer sans remercier M. Gauthier-Villars des soins qu'il a apportés à l'impression de cet Ouvrage et des planches qui l'accompagnent. »

M. **Emile Picard** fait hommage à l'Académie de son « Rapport général sur les Sciences » à l'occasion de l'Exposition universelle de 1900, et d'une brochure intitulée : « Quelques réflexions sur la Mécanique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. **Colvis** adresse un Mémoire relatif à diverses machines dynamiques.

(Commissaires : MM. Marcel Deprez, Mascart, d'Arsonval.)

MM. **Nicolle** et **Adil Bey** demandent l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par eux le 24 juillet 1899, et inscrit sous le n° 6130. Ce pli, ouvert en séance, contient une Note intitulée : « Étiologie de la peste bovine. »

(Commissaires : MM. Chauveau, Roux.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la Lettre suivante, qui lui est adressée par M. *C. Ritter* :

« Frédéric Ritter, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, a consacré tous les loisirs de sa longue carrière à réunir et à traduire les œuvres de Viète; en même temps, à l'aide des nombreux documents qu'il avait pu recueillir, il a écrit l'histoire du grand géomètre.

» Toutefois, au texte latin de l'original, M. Ritter ne s'est pas borné à substituer un texte français, mais il s'est attaché aussi à rendre la lecture de Viète plus facile en donnant, dans des notes placées au bas des pages, la traduction en algèbre moderne des formules et des équations pour lesquelles, faute de l'artifice encore inconnu des exposants, Viète employait, particulièrement pour les puissances de l'inconnue, une nomenclature et une notation compliquées, incompréhensibles à première vue pour des lecteurs actuels et dont le déchiffrement, même pour des initiés, reste en tout cas fatigant.

» De son long Travail, M. Ritter avait fait un résumé qu'en 1890 il a adressé à l'Académie des Sciences, dont il sollicitait l'expression d'un vœu pour la publication aux frais de l'État de la traduction de Viète, ainsi que pour l'érection d'un monument à sa mémoire.

» Pareil vœu a été formulé en 1892 par le Congrès, réuni à Pau, de l'Association scientifique de France, auquel M. Ritter avait soumis l'ensemble de ses Travaux.

» Depuis, en 1893, M. Ritter est mort, et jusqu'à présent ses manuscrits étaient restés à Pau entre les mains de sa veuve.

» Il était cependant d'un grand intérêt que ce travail pût être utilisé par les savants, et c'est à cette intention que Mme Ve Ritter et ses deux fils, MM. Henri et Maurice Ritter (1), se sont déterminés à en faire hommage à l'Académie des Sciences pour être conservé dans sa bibliothèque.

» Chargé de cette mission par les héritiers de mon frère, j'ai, en conséquence, l'honneur de remettre à l'Académie les manuscrits de Frédéric Ritter, manuscrits reliés en neuf Volumes in-folio, dont cinq comprennent la traduction des œuvres de Viète, et dont quatre sont consacrés à l'histoire de sa vie, de son œuvre, de son temps.

» A ces neuf Volumes est joint, en notice imprimée, le résumé de 1890 qui est une préparation utile à la lecture de l'œuvre elle-même du grand et trop peu connu géomètre.

» Veuillez agréer, etc.

» C. Ritter. »

---

(1) Mme Ritter, à Pau, 7, rue Latapie; M. Henri Ritter, à la Roche-sur-Yon, 5, rue La Fontaine; M. Maurice Ritter, à Bordeaux, 114, rue Croix-de-Sagney.

A la suite de cette Communication, l'Académie décide d'adresser une lettre de remercîment à M. *Ch. Ritter*, en le priant de les transmettre à la famille.

M. **Berthelot** fait observer, à cette occasion, que la publication des Œuvres de Viète serait d'un grand intérêt pour l'Histoire des Mathématiques; il ajoute que cette publication devrait, à son avis, contenir le texte original de l'auteur, en latin, sauf à y joindre une traduction française, avec interprétation moderne des notations particulières de Viète.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les trois publications suivantes, présentées par M. Haton de la Goupillière :

« Congrès international des Mines et de la Métallurgie, de 1900. »
« Congrès international de Mécanique appliquée, de 1900. »
« Congrès international des méthodes d'essais des matériaux de construction, de 1900. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de transformations rationnelles.* Note de M. **Ivar Fredholm**, présentée par M. H. Poincaré.

« On sait qu'un grand nombre de problèmes de la Physique mathématique conduisent à des équations fonctionnelles de la forme

$$(1)\qquad \varphi(x_1\ldots x_n)+\int\cdots\int f(x_1\ldots x_n;\, y_1\ldots y_n)\,\varphi(y_1\ldots y_n)\,dy_1\ldots dy_n=\psi(x_1\ldots x_n)$$

où φ est la fonction inconnue.

» Pour simplifier l'écriture je me restreins au cas où f ne dépend que de deux variables; alors l'équation peut s'écrire

$$(1\ bis)\qquad \varphi(x)+\int_0^1 f(x,y)\,\varphi(y)\,dy=\psi(x)\qquad (0<x<1).$$

» Pour abréger on peut employer pour le premier membre la notation $A_f\,\varphi(x)$.

» La théorie de l'équation (1) est un cas limite de la théorie des équations linéaires; aussi retrouve-t-on dans la théorie qui nous occupe tous les résultats de la théorie des déterminants.

» D'abord le déterminant D_f de l'équation (1) se définit de la manière suivante : désignant par

$$f\begin{pmatrix} x_1 \dots x_n \\ y_1 \dots y_n \end{pmatrix}$$

le déterminant des n^2 quantités $f(x_i, y_k) \dots (i, k = 1, 2, \dots, n)$,

$$D_f = \sum_0^\infty {}_n \frac{1}{n!} \int_0^1 \dots \int_0^1 f\begin{pmatrix} x_1 \dots x_n \\ x_1 \dots x_n \end{pmatrix} dx_1 \dots dx_n,$$

le premier terme étant 1.

» Puis on a pour un mineur de D_f l'expression

$$D_f\begin{pmatrix} \xi_1 \dots \xi_n \\ \eta_1 \dots \eta_n \end{pmatrix} = \sum_0^\infty {}_k \frac{1}{k!} \int_0 \dots \int_0^1 f\begin{pmatrix} \xi_1 \dots \xi_n, x_1 \dots x_k \\ \eta_1 \dots \eta_n, x_1 \dots x_k \end{pmatrix} dx_1 \dots dx_k.$$

» La convergence de ces deux expressions est une conséquence d'un théorème bien connu de M. Hadamard [1].

» Cela posé, considérons l'équation

$$A_f \varphi(x) = \psi(x).$$

» Par rapport à elle, deux cas sont à distinguer :

» 1° D_f est différent de zéro; 2° D_f est nul.

» Dans le premier cas, l'équation donnée admet *une et une seule* solution donnée par l'équation

$$\varphi(x) = A_g \psi(x),$$

où

$$g(x, y) = -\frac{D_f\binom{x}{y}}{D_f}.$$

» Dans le second cas, où D_f est nul, on démontre qu'il existe dans la série des mineurs de D_f un premier mineur qui ne soit pas identiquement nul. Soit n l'ordre de ce mineur et supposons que les paramètres ξ_i et η_i soient choisis de manière que

$$D_f\begin{pmatrix} \xi_1 \dots \xi_n \\ \eta_1 \dots \eta_n \end{pmatrix}$$

soit différent de zéro.

---

[1] *Résolution d'une question relative aux déterminants* (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 1893, p. 240-246).

» Formons avec la fonction

$$g(x, y) = -\frac{\mathrm{D}\begin{pmatrix} x, & \xi_1 \dots \xi_n \\ y, & \eta_1 \dots \eta_n \end{pmatrix}}{\mathrm{D}_f\begin{pmatrix} \xi_1 \dots \xi_n \\ \eta_1 \dots \eta_n \end{pmatrix}}$$

une transformation A_g de la même manière que A_f est formée avec $f(x, y)$.

» On démontre que A_g admet une transformation inverse, soit A_k.

» Puis on trouve que A_f peut être décomposée de deux manières différentes

$$A_f = A_k A_F = A_G A_k,$$

où les fonctions F et G ont la forme particulière

$$F(x, y) = -\sum_1^n {}_k \Phi_k(x) f(\xi_k, y),$$

$$G(x, y) = -\sum_1^n {}_k f(x, \eta_k) \Psi_k(y).$$

» Les fonctions Φ_k et Ψ_k satisfont aux relations

$$\int_0^1 \Phi_i(x) f(\xi_k, x)\, dx = \int_0^1 f(x, \eta_i) \Psi_k(x)\, dx = \begin{cases} 0, & \text{si} \quad i \neq k, \\ 1, & \text{si} \quad i = k; \end{cases}$$

d'où il suit que les fonctions Φ_k ainsi que les fonctions Ψ_k sont linéairement indépendantes.

» Considérons l'équation

$$A_f \varphi(x) = 0.$$

» Parce que $A_f = A_k A_F$ et le déterminant de A_k est différent de zéro, on a $A_F \varphi(x) = 0$, ou encore

$$\varphi(x) = -\int_0^1 F(x, y) \varphi(y)\, dy = \sum_1^n {}_k C_k \Phi_k(x).$$

C'est la solution la plus générale de l'équation $A_f \varphi(x) = 0$.

» On voit aisément que la fonction $\chi(x) = A_k \varphi(x)$ doit satisfaire à l'équation

$$A_G \chi(x) = \psi(x),$$

d'où

$$\chi(x) = \psi(x) - \int_0^1 G(x, y) \chi(y)\, dy = \psi(x) + \sum_1^n {}_k C_k f(x, y_k).$$

» Il s'ensuit

$$A_G\chi(x) = A_G\psi(x) = \psi(x).$$

Or, cette dernière équation entraîne nécessairement les n conditions linéairement indépendantes

$$\int_0^1 \Psi_i(x)\,\psi(x)\,dx = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» On trouve qu'elles sont aussi suffisantes et, si elles sont satisfaites, chaque solution de l'équation

$$A_f\varphi(x) = \psi(x)$$

est donnée par l'équation

$$\varphi(x) = A_g\psi(x) + \sum_1^n {}_i C_i\Phi_i(x),$$

où les C_i sont des constantes arbitraires. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la résolution des points singuliers des surfaces algébriques.* Note de M. **Beppo Levi**, présentée par M. Picard.

« La question de transformer birationnellement une surface algébrique quelconque en une autre qui n'ait que des singularités ordinaires est fondamentale pour la théorie des fonctions algébriques de deux variables. Plusieurs auteurs s'en sont occupés sans parvenir toutefois à des démonstrations valables pour tous les cas. En 1897, j'ai présenté à l'Académie des Sciences de Turin une démonstration complète, il me paraît, de la possibilité de cette transformation (*Atti*, t. XXXIII), que M. Picard a eu l'obligeance de signaler dans le *Bulletin* de M. Darboux (1898, p. 27). Cependant, dans plusieurs travaux parus depuis lors on a laissé entrevoir quelque défiance sur ma démonstration, sans toutefois élever contre elle des doutes explicites. Tout récemment encore M. Poincaré, dans une Communication du 9 décembre dernier, ayant dû s'appuyer sur ce théorème, a cité la démonstration de M. Picard, que M. Picard lui-même a déclarée n'être pas applicable à tous les cas. C'est pourquoi je demande la permission de résumer ici ma démonstration dans ses lignes principales.

» Toutes les transformations seront crémoniennes. Je rappelle que le mode de transformation du voisinage d'un point dépend seulement des

propriétés infinitésimales de la transformation en ce point. Il s'ensuit qu'à bien des égards, par exemple quant à la transformation des multiplicités du point pour les courbes et les surfaces qui y passent et à la transformation des multiplicités d'intersection de ces variétés en ce point, sont équivalentes deux transformations qui en ce point se comportent de même (voir *Atti*, Turin, t. XXXV); il en est ainsi, par rapport aux directions générales, si elles ont ce point comme fondamental isolé [1], ou ont la même ligne, pour laquelle il soit un point général, comme fondamentale (du 1er mode) [2].

» Si l'on porte un point fondamental isolé d'une transformation en un point s-ple isolé d'une surface (pouvant cependant appartenir à une ligne de moindre multiplicité), on peut obtenir comme transformés de celui-ci, sur la surface transformée, des points s-ples, ou en nombre limité et isolés, ou bien formant une ligne s-ple. Si le premier cas se vérifie, que l'on fixe un de ces points s-ples transformés et qu'on y porte un point fondamental isolé d'une nouvelle transformation : en poursuivant ainsi tant que l'on rencontre de nouveaux points transformés s-ples isolés, on définit une succession de points s-ples isolés, dont chacun est un transformé du précédent. Cette succession est limitée, c'est-à-dire que l'on arrive enfin ou bien à n'avoir plus des points s-ples transformés d'un dernier point de la succession, ou bien à obtenir une ligne transformée s-ple. J'ai démontré ce fait pour les points fondamentaux isolés de certaines transformations quadratiques spéciales; je peux donc l'affirmer en général.

» Si l'on prend une ligne s-ple d'une surface (ce peut être la ligne s-ple avec laquelle se termine une succession de points s-ples isolés) comme fondamentale pour une transformation, on peut obtenir comme transformée de celle-ci une ligne s-ple de la surface transformée. Si sur cette ligne on opère de la même manière et ainsi de suite tant que l'on obtient des lignes transformées s-ples, on forme une succession de lignes s-ples, transformées chacune de la précédente. Cette succession est limitée, c'est-à-dire

---

(1) Point pour lequel on a une correspondance généralement uniforme entre les directions qui en sortent et les points d'une certaine surface unicursale (exemple : le point fondamental isolé d'une transformation quadratique).

(2) Ligne dont les points sont en correspondance généralement uniforme avec un faisceau de courbes unicursales : nous admettons que la transformation soit générale, en ce sens qu'à deux directions ne se trouvant pas sur le même plan avec la tangente à la ligne correspondent des points différents (exemple : la courbe fondamentale d'une transformation monoïdale).

qu'après un nombre limité d'opérations on parvient à une ligne transformée de multiplicité moindre, mais qui pourra bien contenir encore des points s-ples isolés. Je démontre cette proposition pour une suite convenable de certaines transformations monoïdales spéciales.

» Si, après une succession de lignes s-ples, on obtient, comme on vient de le dire, des points s-ples isolés, on pourra en fixer un et opérer sur celui-ci comme j'ai dit précédemment pour les points s-ples isolés. En procédant ainsi, on définit une succession de points et de lignes s-ples. Conformément au fait que la transformation d'un point isolé ou d'une ligne peut produire plusieurs points s-ples, un même point ou une même ligne peut être l'origine de plusieurs de ces successions. Il faut montrer que ces successions sont limitées et en nombre limité.

» Dans une succession j'appelle point $A^{(\lambda)}$ le premier point de tout groupe de points s-ples isolés successifs dont elle se compose, et ligne $L^{(\lambda)}$ la ligne transformée de la ligne s-ple qui le précède, et sur laquelle il se trouve.

» J'ai montré (Note citée, n° 9) qu'un point $A^{(\lambda)}$ étant fixé, on peut toujours déterminer dans l'espace de départ deux surfaces d'un ordre limité (je choisis deux polaires de la surface donnée) auxquelles la succession des transformations qui conduit à $A^{(\lambda)}$ fait correspondre deux surfaces passant par $A^{(\lambda)}$ de manière que leur intersection passe aussi par $A^{(\lambda)}$ avec une partie qui ne coïncide pas avec $L^{(\lambda)}$. Deux cas peuvent se présenter : ou bien cette ligne est une transformée d'un point ou d'une ligne de la succession, ou bien cela n'est pas le cas, quelque avancé qu'on prenne $A^{(\lambda)}$ dans la succession considérée. Dans le second cas, je parviens à construire une courbe, dans l'espace primitif, que la succession de transformations qui conduit à $A^{(\lambda)}$ transforme en une courbe par $A^{(\lambda)}$, et dont l'ordre reste inférieur à une limite fixe, indépendante du rang de $A^{(\lambda)}$ dans la succession. Cela établit une limite supérieure pour le rang de $A^{(\lambda)}$ et par suite pour le nombre des points et des lignes de la succession.

» Le premier cas demande une analyse d'une autre nature. Quand il se vérifie pour un certain $A^{(\lambda)}$, il en est de même pour tous les $A^{(\lambda)}$ suivants. Je montre que, dans la succession considérée de points et de lignes s-ples, les groupes de lignes s-ples successives en contiennent un nombre qui va décroissant jusqu'à se réduire à 1 ou à 2, et qu'enfin aussi les groupes d'une et de deux lignes ne peuvent se présenter indéfiniment. Après un procédé limité, on ne rencontre donc plus dans la succession que des points s-ples isolés, et elle est donc limitée. Il s'ensuit très aisément que le nombre

des successions est lui aussi limité, comme on peut le voir dans ma Note précitée.

» Une observation est nécessaire pour compléter la démonstration. Les transformations crémoniennes introduisent de nouveaux points singuliers, même en correspondance des points et des lignes qu'il s'agirait de transformer en points et lignes simples. Mais on peut varier les éléments arbitraires des transformations, de manière que dans l'ancienne et dans la nouvelle surface transformée les points singuliers produits par les transformations ne se correspondent pas entre eux, ou bien correspondent à des points simples de la surface primitive (je les appelle *singularités accidentelles*). On peut alors construire une surface hyperspacielle dont les trois surfaces sont des perspectives et dont chaque point a la moindre des multiplicités de ses trois perspectives. Il suffira de transformer la surface donnée en une qui n'ait que des singularités accidentelles : alors la surface hyperspacielle n'aura plus que des points simples, et sa perspective faite d'un centre général des singularités ordinaires. »

PHYSIQUE. — *Définition expérimentale des diverses sortes de rayons* X, *par le radiochromomètre.* Note de M. L. **Benoist**, présentée par M. Lippmann.

« On sait qu'il existe différentes qualités ou sortes de rayons X, se distinguant les unes des autres par leur aptitude très inégale à traverser tels ou tels corps, par exemple les os ou les chairs : c'est le *radiochroïsme*. J'ai indiqué, dans des publications antérieures ([1]), une méthode générale de classification des rayons X et des radiations similaires; cette méthode, fondée sur l'établissement d'un réseau de courbes d'isotransparence des corps simples, permet de former une véritable échelle spectrale de ces diverses radiations.

» Au point de vue de la technique expérimentale, dans les diverses applications des rayons X on peut simplifier l'emploi de cette méthode, en prenant certains couples de corps de radiochroïsme très différent. Un pareil système peut être désigné sous le nom de *radiochromomètre*, car il définit et mesure, pour les rayons X ou similaires, un caractère équivalent aux couleurs de la lumière ordinaire.

([1]) *Comptes rendus*, 12 février, 4 et 25 mars 1901; *Journal de Physique*, novembre 1901.

» On peut aussi comparer le rôle de cet appareil à celui du thermomètre dans la définition et la mesure des températures.

» Dans un *thermomètre*, en effet, on utilise les variations inégales de volume de deux corps différents quand la température change, et l'on définit une série de températures par une série de volumes relatifs de l'un de ces corps par rapport à l'autre, par exemple du mercure par rapport au verre.

» Dans le *radiochromomètre*, j'ai utilisé les variations inégales de transparence de deux corps différents, lorsque la qualité des rayons X change, pour définir une série de qualités de rayons par une série de transparences relatives de l'un de ces corps par rapport à l'autre, par exemple de l'aluminium par rapport à l'argent.

» L'échelle de rayons ainsi constituée est toujours comparable à elle-même, dès que l'on a défini les deux corps associés, et leurs épaisseurs.

» Le choix de ces corps (on pourrait en associer plus de deux, si cela était nécessaire) est indiqué par l'allure des courbes d'isotransparence. J'ai associé l'argent, dont les variations de transparence sont très faibles (région de contraction maximum des courbes) avec l'aluminium, dont les variations de transparence sont au contraire très grandes (région de dilatation maximum). L'échelle est constituée par les multiples et sous-multiples de l'épaisseur d'aluminium qui équivaut, dans le cas de rayons de dureté moyenne, à l'épaisseur moyenne et presque invariable de l'argent. Pour faciliter les comparaisons, les diverses épaisseurs d'aluminium sont disposées autour de l'épaisseur unique d'argent.

» Le radiochromomètre est formé d'un disque d'aluminium divisé en douze secteurs dont les épaisseurs vont en croissant de 1^{mm} à 12^{mm}. Le centre de ce disque évidé est occupé par un disque d'argent de $0^{mm},11$ d'épaisseur. Les secteurs d'aluminium sont distribués comme les heures d'une montre, ce qui dispense de les numéroter, car on reconnaît immédiatement leur rang par leur place même, l'épaisseur 1 correspondant à 1^h, etc., jusqu'à l'épaisseur 12, qui correspond à 12^h.

» L'appareil se place, soit au-dessus de la plaque radiographique, soit contre l'écran fluorescent utilisé en radioscopie. Sur l'image obtenue dans l'un ou l'autre cas, il y a égalité d'ombre entre le disque central d'argent et l'un des secteurs d'aluminium. Le numéro d'épaisseur ou rang de ce secteur constitue le *degré radiochromométrique* des rayons X employés, et les définit complètement.

» Ainsi se trouve constituée une échelle de *douze* degrés (on peut évaluer le demi-degré et même le quart de degré) qui comprend toutes les qualités de rayons X obtenues et utilisées jusqu'ici. Par exemple, les rayons de dureté moyenne marquent 5° ou 6°, les rayons très durs 9° ou 10°, les rayons très mous 2° ou 3°.

» Pour l'observation directe des ampoules radiogènes, leur réglage, leur emploi

méthodique, le radiochromomètre se place contre un écran fluorescent de mêmes dimensions, fixé à l'une des extrémités d'un corps de lunette dont l'extrémité opposée est munie d'une bonnette s'appliquant exactement contre l'œil.

» L'emploi du radiochromomètre permet de donner à la technique des rayons X une précision comparable à celle que le réglage des températures retire de l'usage du thermomètre. En radiologie médicale, il sera possible de déterminer et de définir rigoureusement la qualité de rayons qui convient le mieux à chaque cas particulier. C'est ainsi que des rayons de degré 2 ou 3 donneront, comme je l'ai reconnu, le détail des vaisseaux sanguins au milieu des chairs, ce qui n'est plus réalisé pour des degrés supérieurs. D'excellentes radiographies de feuilles et de tiges molles s'obtiendront avec des rayons de degré 1 ou 2 tout au plus. Toute épreuve radiographique portant l'image du radiochromomètre, en même temps que celle des corps radiographiés, accusera elle-même, par un document précis, la qualité des rayons qui auront servi à l'obtenir. Enfin il sera possible, par une étude méthodique, de fixer, pour chaque ampoule radiogène, les conditions de réglage électrique lui permettant de donner des rayons d'un degré radiochromométrique déterminé. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un appareil pour l'enregistrement automatique des décharges de l'atmosphère.* Note de M. **J. Fényi**, présentée par M. A. Cornu.

« En vue du grand intérêt avec lequel, dans ces temps derniers, on observait les orages, je méditai, au mois de mars 1900, le projet de les enregistrer automatiquement par un cohéreur. L'assistant de l'observatoire à Kalocsa, J. Schreiber, a construit ensuite, au courant de l'année 1900, un tel appareil d'une façon bien simple, mais très pratique, lequel a donné pendant l'été de 1901 des résultats très satisfaisants.

» Le cohéreur et une bobine de fil de $0^{mm},2$ de diamètre, dont la résistance est à peu près 100 ohms, sont insérés dans le circuit d'un élément de Meidinger. Au centre de la bobine se trouve une aiguille aimantée qui, posée sur un pivot vertical d'acier, est déviée si le cohéreur est devenu conducteur par un éclair lointain, et ferme un assez fort courant dans le circuit d'enregistrement. Dans le même circuit d'enregistrement est insérée une sonnerie dont le couvercle porte le cohéreur. L'ébranlement que la sonnerie produit est suffisant pour ébranler le cohéreur et pour interrompre

ainsi le courant dans la bobine; l'aiguille aimantée revient dans sa position d'équilibre et le cohéreur est disposé à recevoir une nouvelle impulsion.

» Le cohéreur même, par sa simplicité, est d'un intérêt spécial. Il n'est pas constitué par de la limaille de nickel, mais seulement par deux aiguilles à coudre posées en croix l'une sur l'autre. Cette forme de cohéreur se recommande par plusieurs conditions : d'abord chacun peut le construire sans dépenses et sans peine; malgré cela, le cohéreur fonctionne avec une grande sûreté, enfin il permet de constater par observation et mesure les conditions d'un bon et sûr fonctionnement. Ces recherches ont démontré qu'il faut et suffit que le potentiel du courant dans la bobine ne dépasse pas un quart de volt.

» Il faut donc, si l'on emploie un élément de Meidinger, shunter cet élément de manière à réduire la force électromotrice à ce degré. Ce n'est pas l'intensité du courant qui importe : il ne suffit pas de l'affaiblir par une résistance insérée au circuit. Si la tension électrique n'est pas réduite, nul ébranlement n'est suffisant pour priver le cohéreur de sa conductibilité. On constate aussi que la pression des deux aiguilles exercée l'une sur l'autre peut varier depuis le moindre contact jusqu'à la pression de 6^{g}, sans qu'on observe des variations appréciables dans le fonctionnement du cohéreur. Une circonstance singulièrement remarquable dans le fonctionnement de ce cohéreur est que les deux aiguilles polies et en contact se comportent comme un isolateur, quand même elles exercent une pression mutuelle de 6^{g}; mais la moindre étincelle d'un électrophore lui donne la conductibilité, et le moindre ébranlement l'interrompt complètement. D'après diverses expériences de cette sorte, j'ai constaté que le cohéreur acquiert la conductibilité par l'étincelle électrique, même dans le cas où l'élément n'est pas inséré au moment où l'étincelle est tirée de l'électrophore; car, si l'on insère l'élément de nouveau, l'aiguille aimantée est aussitôt déviée.

» M. l'assistant a aussi observé que le cohéreur peut devenir conducteur par un son très aigu, par exemple par le son d'une petite trompette, que l'élément soit ou non inséré dans le circuit : il a trouvé que le cohéreur fonctionne avec la plus grande sûreté, si l'on met une goutte d'eau au point de contact des deux aiguilles, ou si on les plonge toutes les deux dans de l'huile de pétrole.

» Cet appareil, si simple dans sa constitution, a été en fonction pendant l'été de 1901, et les résultats ont démontré son utilité et son aptitude. Tous les orages qui se produisaient autour de Kalocsa, sur une étendue dont le rayon est à peu près 100^{km}, ont été enregistrés selon la manière dont ils se sont passés. Une revision seulement superficielle des feuilles d'enregistrement des mois de mai, juin et juillet m'a permis de déterminer avec sûreté la période quotidienne des orages sur l'étendue ci-dessus désignée : ce qui démontre suffisamment l'utilité de cet appareil. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les tensions de vapeur de l'hydrogène sélénié et la dissociation de son hydrate.* Note de MM. DE **FORCRAND** et **FONZES-DIACON**.

« I. *Tensions de vapeur de l'hydrogène sélénié.* — Nous savons déjà que sa tension atteint 760^{mm} à $-42°$.

» Pour obtenir d'autres points de la courbe, nous avons opéré avec l'appareil Cailletet pour les deux températures $+0°,2$ et $+30°,8$. Les nombres obtenus sont $4^{atm},5$ et 12^{atm}.

» Afin d'avoir un point intermédiaire entre les deux premiers, nous avons introduit un peu de gaz hydrogène sélénié pur dans la branche fermée et courte d'un tube en U semblable à un *tube de Mariotte*. La branche longue et ouverte, pleine de mercure, avait 60^{cm}; la branche courte et fermée, contenant le gaz, environ 10^{cm}. La partie inférieure de l'appareil plongeait dans un bain de chlorure de méthyle refroidi par un courant d'air sec. A $-30°$, il s'est produit une dénivellation très brusque du mercure dans la grande branche, et le liquide s'est formé dans la chambre. On a mesuré la hauteur du mercure à ce moment. La pression était de $1^{atm},75$.

» Nous avons donc les quatre points suivants :

°	atm
— 42	1
— 30	1,75
+ 0,2	4,5
+ 30,8	12

qui suffisent pour construire la courbe.

» Ces nombres permettent de calculer la chaleur de volatilisation de l'hydrogène sélénié, en appliquant la formule de Clapeyron. En combinant deux à deux ces quatre données, nous avons obtenu six valeurs assez concordantes, dont la moyenne est $4^{Cal},74$. C'est la chaleur de volatilisation moléculaire.

» La température d'ébullition étant $-42°$, soit $231°$ abs., on trouve

$$\frac{4740}{231} = 20,52,$$

qui est bien le nombre à peu près constant que fournit la relation de Trouton pour les corps à molécules non polymérisées.

» II. *Hydrate d'hydrogène sélénié.* — Il avait déjà été signalé par l'un de nous [1], mais son étude n'avait pas été faite.

---

[1] M. DE FORCRAND, *Comptes rendus*, t. XCV, p. 129.

» Pour montrer son existence, il suffit de remplir un flacon de gaz hydrogène sélénié humide et de l'exposer à une température de + 5° environ. Il se produit un hydrate cristallisé incolore, qui paraît avoir la même stabilité que les hydrates de chlore, d'anhydride sulfureux ou de chlorure de méthyle.

» Dans le but de mesurer ses tensions de dissociation, nous avons adopté les dispositifs suivants :

» Pour la température 0°, un simple tube à gaz de $0^{cm},8$ de diamètre intérieur et 60^{cm} de hauteur, fermé à une extrémité. On y introduit un peu d'eau et on le remplit d'hydrogène sélénié gazeux, puis on entoure de glace toute la partie supérieure, l'appareil reposant sur une petite cuve à mercure. On lit la hauteur du mercure soulevé lorsque le mouvement ascensionnel est terminé, ce qui demande plusieurs heures. Nous avons obtenu ainsi, à 0°, une tension de 346^{mm}.

» Pour les températures entre 0° et + 8°, nous avons employé une petite cornue en verre (20^{cm^3}) tubulée et munie d'un long col coudé qui plonge dans du mercure. On introduit un peu d'eau dans la cornue et l'on fait passer un courant d'hydrogène sélénié gazeux, en refroidissant à 0° pour provoquer la formation de l'hydrate. Puis on ferme le robinet soudé à la tubulure et l'on effectue les mesures. Nous avons trouvé par cette méthode :

A + 2°,35	432^{mm}
A + 3,40	490
A + 5,40	597
A + 7,50	718

» Enfin, pour les températures plus élevées, nous avons employé l'appareil Cailletet, où nous comprimions ensemble l'eau et le gaz :

A + 14°,1	$1^{atm},9$
A + 22	5
A + 30	11

» Au-dessus de + 30° l'hydrate ne se forme plus, même sous des pressions élevées, et les deux corps, eau et hydrogène sélénié, forment deux couches séparées. C'est le point critique de décomposition, c'est-à-dire le point où se rencontrent les deux courbes des tensions de vapeur de l'hydrogène sélénié et des tensions de dissociation de son hydrate. Le même phénomène se produit pour la plupart des hydrates du gaz.

» En traçant la courbe des tensions de dissociation, on constate que c'est à + 8° que la tension devient égale à 760^{mm}.

» Enfin, en combinant deux à deux les huit tensions indiquées plus

haut et en appliquant la formule de Clapeyron, on obtient vingt-quatre résultats assez concordants, dont la moyenne donnerait

$$Q = +16^{Cal},82;$$

c'est la chaleur de formation de l'hydrate solide à partir de H^2Se gazeux et de nH^2O liquide. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'antimoniure de lithium et sur la préparation de quelques alliages de ce métal.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le lithium s'unit à l'antimoine avec un grand dégagement de chaleur. Si l'on place, dans le fond d'un tube à essai, un peu d'antimoine grossièrement pulvérisé, sur lequel on dispose un petit fragment de lithium, et que l'on chauffe doucement, on voit, tout d'abord, le métal fondre, puis réagir violemment avec une vive incandescence. Une partie de la matière est volatilisée, et il reste dans le fond du tube un corps noir, fondu, décomposant l'eau à froid avec production d'hydrogène.

» En raison de cette facilité de combinaison, nous avions pensé à appliquer à la préparation d'un composé défini de lithium et d'antimoine la méthode que nous avons déjà décrite pour l'obtention des arséniures, des antimoniures et des alliages des métaux alcalins ([1]). Nous rappellerons qu'elle consiste à faire agir sur un métal ou un métalloïde un excès notable de métal alcalin, dans un creuset de fer à couvercle vissé. L'excès de métal alcalin qui, dans la plupart des cas, sert de dissolvant au composé formé, est éliminé à l'état de métal ammonium soluble dans le gaz ammoniac liquéfié. Mais la préparation du lithium, qui est une opération de laboratoire facile à réaliser, est cependant assez coûteuse lorsqu'il s'agit d'obtenir plusieurs centaines de grammes de ce métal. Cette considération nous a conduit à renoncer à l'emploi du creuset de fer, qui aurait pu donner cependant de bons résultats, et à utiliser un dispositif permettant de traiter des quantités moindres de matière.

» Un poids déterminé de lithium est d'abord fondu dans une nacelle de nickel placée dans un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités. Par l'autre, il communique avec une trompe à mercure qui permet d'y faire le vide.

([1]) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 502.

» On dispose ensuite à la surface du métal une quantité connue d'antimoine, calculée de telle sorte que le métal soit en grand excès.

» On chauffe après avoir fait le vide de nouveau.

» La réaction se produit bien au-dessous du rouge avec incandescence, projection et volatilisation d'une partie importante de la matière. On distingue, au-dessus et de chaque côté de la nacelle, des parties fondues projetées et un enduit noir provenant de la volatilisation, tandis que, dans les portions du tube plus éloignées, le lithium est venu former un beau miroir métallique. La violence de cette réaction ne permet pas de prévoir, même très approximativement, la composition du produit final restant dans la nacelle. Dans la plupart des cas, on ne retrouve guère que la moitié ou le tiers du poids des substances mises en présence. Il ne reste pas de lithium non combiné, ainsi qu'il est facile de le constater en traitant le produit par le gaz ammoniac liquéfié.

» Il était vraisemblable de supposer que des additions successives de petites quantités de lithium à l'antimoine pourraient donner lieu à une réaction plus régulière. Nous avons pensé que le meilleur moyen serait de produire le lithium en présence même de ce métalloïde. La préparation électrolytique de ce métal avec une cathode d'antimoine était donc indiquée. Nous avons réussi, en effet, à réaliser de cette façon, avec la plus grande facilité, la combinaison du lithium et de l'antimoine, et, fait plus inattendu, à obtenir de suite un composé défini.

» Pour cela, on fait fondre dans une capsule de porcelaine de 500^{cm^3} de capacité un mélange à parties égales de chlorure de potassium et de chlorure de lithium.

» On dispose ensuite dans la capsule une électrode positive formée par une tige de charbon graphitique de 10^{mm} de diamètre, et une électrode négative composée d'une tige de fer de 3^{mm} de diamètre, à l'extrémité de laquelle on a soudé par coulage une trentaine de grammes d'antimoine. Nous utilisions une intensité de courant de 15 ampères.

» Dès le début de l'électrolyse, l'antimoine est solide dans le bain ; malgré cela, le lithium libéré s'y combine entièrement. Après une demi-heure de marche environ, la cathode est liquide, on peut en retirer la tige de fer. Puis, peu à peu, la solidification se produit, la matière augmente de volume considérablement et le lithium est toujours absorbé en totalité. On voit apparaître, après 2 heures environ, à la surface du bain, quelques petits globules brillants de métal. Si à ce moment on retire du bain l'électrode négative, on constate à sa surface la présence d'un peu de lithium métallique peu adhérent. On rompt alors le courant, on coule le contenu de la capsule sur une plaque de porcelaine et on laisse refroidir dans un dessiccateur la masse solide, qui est préservée de l'oxydation par une mince couche de chlorures qui la recouvre entièrement.

» L'antimoniure de lithium ainsi préparé présente une composition constante, correspondant à la formule $SbLi^3$. Ce fait s'explique par la pro-

priété qu'il possède de ne pas dissoudre le lithium et de ne pas se dissoudre lui-même dans ce métal, dans les conditions de l'expérience.

» C'est une substance fondue à texture très cristalline, de couleur gris-ardoise foncé, décomposant l'eau très rapidement à froid, avec production d'hydrogène pur. Ce corps, comme l'antimoniure d'aluminium, possède un point de fusion beaucoup plus élevé que ceux de ses éléments constituants. Nous ferons connaître, dans une prochaine Communication, ses principales propriétés physiques et chimiques ([1]).

» Le procédé que nous venons d'exposer s'applique également bien à la préparation des alliages de lithium avec les métaux relativement fusibles. Les alliages de lithium et d'étain, de lithium et de plomb, dont nous présentons aujourd'hui des échantillons à l'Académie, ont été obtenus de cette façon.

» *En résumé*, l'antimoine et le lithium se combinent aisément, en donnant lieu à un grand dégagement de chaleur, mais la violence même de la réaction empêche d'obtenir pratiquement un composé défini par union directe. Au contraire, en électrolysant un mélange à poids égaux de chlorure de lithium et de chlorure de potassium avec une cathode d'antimoine, on forme un antimoniure défini cristallisé, peu fusible, répondant à la formule $SbLi^3$. Ce même mode opératoire s'applique très bien à la préparation d'un certain nombre d'alliages de lithium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'hydrate de cuivre sur les solutions aqueuses des sels métalliques*. Note de M. A. **Mailhe**.

« J'ai montré, dans deux Notes précédentes ([2]), que l'hydrate tétracuivrique donnait, avec les solutions aqueuses des chlorures, bromures et sulfates métalliques, des sels basiques mixtes ([3]).

([1]) L'analyse nous a fourni les chiffres suivants qui établissent bien sa composition; nous avons pris Sb = 120, Li = 7 :

	1.	2.	3.	Théorie pour $SbLi^3$.
Lithium (pour 100).......	15,32	15,38	15,27	14,89
Antimoine................	84,93	84,78	84,72	85,10

Les écarts des nombres trouvés avec les nombres calculés sont dus à la présence d'un peu d'antimoniure de potassium dans le produit.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 22 juillet 1901, et t. CXXXIV, 6 janvier 1902.

([3]) Les chlorures mixtes de cuivre et de manganèse, les chlorures et bromures mixtes

» L'action particulière de l'hydrate tétracuivrique sur les solutions des nitrates métalliques conduit, toutes les fois que le sel mixte peut se produire, à un composé du type tétramétallique, isomorphe (sauf dans le cas du nitrate de cadmium) du nitrate tétracuivrique

$$Cu(NO^3)^2, 3CuO, 3H^2O,$$

auquel d'ailleurs ils correspondent.

» L'hydrate bleu de Péligot réagit parfois avec les solutions des nitrates métalliques pour donner un composé cristallisé; mais le plus souvent il donne un corps amorphe peu intéressant.

» I. *Sels de zinc.* — Au contact d'une solution moyennement concentrée de nitrate de zinc, l'hydrate brun se transforme à froid, au bout de plusieurs jours, en une poudre verte formée de lamelles hexagonales allongées, souvent groupées en étoiles à six branches, mêlées de lamelles rhombiques isomorphes du nitrate tétracuivrique.

» C'est un sel basique mixte

$$Cu(NO^3)^2, 3CuO, 3H^2O.$$

» Le même corps s'obtient plus rapidement à chaud, avec des solutions très concentrées et des solutions contenant moins de $\frac{1}{5}$ de molécule de nitrate de zinc par litre. Après la réaction, on constate qu'une partie du cuivre est passée dans la dissolution, et la quantité en est d'autant plus grande que les solutions sont plus concentrées.

» II. *Sels de cobalt.* — L'hydrate tétracuivrique produit très lentement à froid, dans une solution de nitrate de cobalt, un précipité vert isomorphe du précédent et ayant pour formule

$$(NO^3)^2Co, 3CuO, 3H^2O.$$

» Ce même sel basique s'obtient très facilement à l'ébullition, par l'action de l'hydrate bleu sur les solutions de nitrate de cobalt; il constitue alors une poudre violacée, formée par de petites étoiles.

» III. *Sels de nickel.* — Dans une solution d'azotate de nickel, de concentration moyenne, l'hydrate brun se change en un composé vert, formé, comme les précédents, de lamelles hexagonales se groupant encore en étoiles à six branches. La transformation est très lente à la température ordinaire, et se produit encore assez difficilement à une température de 30°. Ce sel répond à la formule

$$(NO^3)^2Ni, 3CuO, 3H^2O.$$

» IV. *Sels de manganèse.* — Les solutions de sulfate de manganèse n'avaient

---

de nickel, le chlorure mixte de cadmium et de cuivre sont du type tétramétallique et non du type trimétallique, comme cela a été indiqué par erreur. Leurs formules sont : $MnCl^2, 3CuO, 4H^2O$; $NiCl^2, 3CuO, 4H^2O$; $NiBr^2, 3CuO, 4H^2O$; $CdCl^2, 3CuO, 3H^2O$. Je signalerai aussi le bromure $CdBr^2, 3CuO, 3H^2O$ obtenu récemment.

donné lieu à aucun phénomène de déplacement sous l'influence de l'hydrate tétracuivrique. Les solutions de nitrate de manganèse réagissent très difficilement. Dans un seul cas, j'ai pu obtenir la transformation d'une petite portion de l'hydrate en un composé vert, constitué par des lamelles hexagonales, allongées, se groupant souvent par deux; mais la réaction n'a pu se faire totalement. L'analyse de ce composé, privé, par des lavages nombreux, de l'hydrate brun qui lui restait adhérent, a montré qu'il répondait à la formule d'un nitrate mixte

$$(NO^3)^2Mn, 3CuO, 3H^2O.$$

» Je pensais obtenir une action complète en faisant bouillir l'hydrate brun en présence de nitrate de manganèse, ou en élevant la température des diverses solutions mises à réagir. Dans aucun cas je n'ai pu obtenir de nouveau le sel mixte vert. Par contre, en portant à l'ébullition, pendant quelques minutes, une solution de nitrate de manganèse en présence d'hydrate de Péligot, on obtient une poudre verte, formée de petites aiguilles groupées et de petites lamelles. L'analyse montre qu'elle a la formule du nitrate basique mixte précédent.

» V. *Sels de cadmium.* — Dans une solution assez concentrée de nitrate de cadmium, l'hydrate brun donne lentement, à froid, une poudre verte, formée de lamelles hexagonales dérivant d'un prisme hexagonal. Leur formule est

$$(NO^3)^2Cd.CuO, 5H^2O.$$

» L'ébullition de l'hydrate avec une solution de nitrate de cadmium produit plus rapidement le même résultat.

» VI. *Sels de mercure.* — L'hydrate tétracuivrique, mis à froid au contact d'une solution quelconque de nitrate mercurique, s'y dissout, puis en précipite une poudre grise, cristallisée en lamelles clinorhombiques et parfois en prismes hexagonaux.

» Les cristaux ont une biréfringence forte. Leur couleur grise est due à des traces d'hydrate brun qui les souille. Ce corps a la composition d'un nitrate basique de mercure déjà connu, et que j'ai moi-même obtenu par l'action de l'oxyde mercurique sur les solutions aqueuses de nitrate ferrique. Il a pour formule

$$(NO^3)^2 Hg. HgO, H^2O.$$

» Le même composé cristallisé blanc se produit très facilement par addition de l'hydrate bleu à la solution de nitrate mercurique.

» Dans les deux cas, le déplacement du mercure est total et tout le cuivre passe dans la dissolution.

» VII. *Sels de plomb.* — L'action des hydrates de cuivre sur les solutions aqueuses de nitrate de plomb est parallèle à l'action exercée sur le nitrate mercurique. L'hydrate brun donne encore un composé gris, formé de cristaux clinorhombiques isomorphes du nitrate basique de mercure décrit plus haut et ayant une composition semblable

$$(NO^3)^2 Pb. PbO, H^2O.$$

» L'hydrate bleu donne bien plus facilement un corps répondant à cette même formule, sous forme d'une poudre blanche amorphe.

» VIII. *Autres sels.* — Les oxydes de fer et d'aluminium sont totalement déplacés, par les hydrates de cuivre, des solutions de leur azotate. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude des alliages aluminium-fer et aluminium-manganèse.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

« Certains alliages aluminium-fer ont déjà été étudiés par Wœhler et Michel (¹); en traitant le chlorure ferreux par l'aluminium en présence du chlorure sodico-potassique, ils obtinrent une masse métallique qui, traitée par l'acide chlorhydrique dilué, abandonna des cristaux semblant correspondre à $FeAl^2$. M. Roberts-Austen (²) a déterminé la courbe de fusibilité de ces alliages; elle présente un maximum assez peu précis situé entre les points correspondant à l'alliage contenant 50 pour 100 de fer et celui à 40 pour 100 du même métal.

» J'ai repris l'étude systématique des alliages, en réduisant l'oxyde de fer Fe^2O^3 par l'aluminium en présence d'un excès de ce métal. Je me suis servi d'aluminium dit *de thermite* et d'oxyde obtenu en traitant du fer électrolytique par l'eau régale, précipitant par l'ammoniaque et pulvérisant aussi finement que possible le produit ainsi obtenu.

» Voici les résultats généraux auxquels je suis arrivé :

» 1° La limite d'inflammation a lieu pour le mélange qui correspond théoriquement à la formation du composé FeAl. Mais en portant au préalable la masse à 800° environ, dans un four Perrot, on peut reculer la limite d'inflammation jusqu'à la formation théorique du composé $FeAl^4$;

» 2° Toutes ces réactions ont lieu sans perte; elles sont parfois assez lentes ;

» 3° On obtient toujours des culots métalliques extrêmement nets, à l'exception toutefois des expériences donnant théoriquement FeAl (à froid) et $FeAl^4$ (à chaud).

» La première de ces deux dernières expériences ne donne qu'un culot de corindon garni de petits cristaux hexagonaux difficiles à séparer de la masse; dans la seconde, on obtient quelques cristaux filiformes mêlés à l'alumine;

(¹) *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXV, p. 102.

(²) *Institution of mechanical Engineers*, 1895.

» 4° Les produits préparés ainsi contiennent de 2 à 15 pour 100 d'aluminium libre;

» 5° Tous les culots compris entre les proportions donnant théoriquement FeAl et $Fe^{10}Al$ tombent rapidement en poussière. Ce fait a déjà été observé par M. Roberts-Austen, qui a fait remarquer que cela est dû à une transformation allotropique et non à une oxydation [1]. Tous ces culots contiennent des cristaux tétraédriques que l'on peut aisément isoler à la main, ou mieux en prenant la poudre provenant des culots et en la passant sur un tamis. Ces cristaux correspondent à la formule Fe^2Al^3. Ce composé semble correspondre au maximum de la courbe de fusibilité;

» 6° Tous les culots obtenus dans les expériences comprises entre les proportions correspondant à $FeAl^2$ et $FeAl^4$ donnent de magnifiques cristaux prismatiques dont la longueur atteint souvent 6^{cm} à 8^{cm}.

» Ces cristaux peuvent être aisément séparés de la masse. Ils correspondent à la formule $FeAl^3$.

» J'ai étudié également par la même méthode les alliages aluminium-manganèse. Je rappellerai que Wœhler et Michel préparèrent une combinaison correspondant à la formule $MnAl^3$.

» Je suis parti de Mn^2O^3 aussi pur que possible et d'aluminium dit *de thermite*.

» Les conclusions de ces recherches sont les suivantes :

» 1° La limite d'inflammation correspond au mélange avec lequel on obtiendrait en théorie le composé $MnAl^4$. En chauffant au préalable la matière, on peut reculer la limite d'inflammation jusqu'à $MnAl^6$; mais on n'obtient aucune partie métallique nette;

» 2° Dans toutes ces expériences, il se produit des pertes énormes, qui ont lieu sous forme de protoxyde de manganèse;

» 3° Lorsque l'on fait réagir l'aluminium sur l'oxyde manganique suivant les proportions correspondant à $MnAl^4$, on n'obtient qu'une masse de corindon, dans laquelle se trouvent répartis des rognons métalliques, fort rares d'ailleurs; quelques-uns de ces rognons atteignent cependant un certain volume; ils contiennent alors des cristaux filiformes très nets dont quelques-uns, qui ont pu être séparés de la masse, correspondent à la formule $MnAl^4$;

» 4° Les culots donnés par les proportions théoriques correspondant à $MnAl^3$ et $MnAl^2$ ne paraissent subir aucune altération à l'air; ils semblent

(1) J'ai déjà signalé un fait analogue pour certains alliages aluminium-molybdène.

tous contenir le composé $MnAl^3$, que j'ai pu isoler en traitant le culot broyé par l'acide chlorhydrique étendu;

» 5° Les culots métalliques obtenus dans les expériences comprises entre celles que donneraient théoriquement Mn^2Al et Mn^5Al tombent en poussière très rapidement. Ils contiennent tous un composé parfaitement cristallisé que l'on peut séparer à la main ou avec un tamis et qui correspond à la formule Mn^2Al^3.

» *En résumé*, en réduisant l'oxyde de fer Fe^2O^3 et l'oxyde de manganèse Mn^2O^3 par l'aluminium en présence d'un excès de ce métal, j'ai pu isoler les combinaisons suivantes :

$$Fe^2Al^3, \quad FeAl^3, \quad Mn^2Al^3, \quad MnAl^3, \quad MnAl^4.$$

» Je ferai remarquer la concordance qui existe entre les combinaisons du fer et celles du manganèse avec l'aluminium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide glycéroarsénique.* Note de M. V. **Auger**, présentée par M. Henri Moissan.

« On ne connaît actuellement que trois éthers de l'acide arsénique. Crafts (¹), Crafts et Schiff (²) ont décrit les éthers neutres triméthylique, triéthylique et triisoamylique, et ont constaté que ces composés étaient immédiatement et complètement hydrolysés au contact de l'eau. Ils remarquent expressément qu'ils n'ont jamais pu observer la formation d'éther-acide.

» M. Pagel a décrit récemment (³) un glycéroarséniate de chaux qui semble doué d'une extrême stabilité, puisque, d'après l'auteur, il résisterait au molybdate d'ammoniaque à chaud et en solution acide, et ne précipiterait pas de sulfure d'arsenic sous l'action de l'hydrogène sulfuré. J'ai repris ce Travail pour me rendre compte de cette stabilité de l'éther glycéroarsénique, qui me semblait anormale.

» Malgré tous mes efforts, je n'ai pu parvenir à préparer le glycéroarséniate par le procédé indiqué par M. Pagel, et je suis arrivé à la conclusion que l'acide glycéroarsénique, comme les autres éthers arséniques connus, est immédiatement hydrolysé en présence de l'eau.

(¹) *Bull. Soc. chim.*, t. XIV, p. 99.
(²) *Liebig's Ann.*, t. CXII, p. 370.
(³) *Journ. pharm. chim.*, 6ᵉ série, t. XIII, p. 449.

» Voici quelques-unes des expériences les plus caractéristiques que j'aie faites à ce sujet :

» En chauffant, pendant 80 heures, 14g,2 d'AsO^4H^3 et 10g de glycérine, à 115°, le mélange perd 2g,23 d'eau, soit un peu plus de 1mol (1g,8); l'éthérification semble donc complète. Le produit obtenu, faiblement coloré, solide à froid, a été dissous dans l'eau et saturé par $CaCO^3$, puis par un lait de chaux. La solution filtrée, évaporée dans le vide à 45°, a fourni, après addition de 2vol d'alcool, un précipité pesant 0g,870. Ce précipité perd à la calcination 0g,070 et par conséquent ne contient qu'une très faible quantité de substance organique. En supposant que cette perte soit due au carbone brûlé, et celui-ci combiné à l'état de glycéroarséniate pur, il n'y aurait eu encore que 0,59 pour 100 d'acide arsénique éthérifié.

» Dans une seconde opération, conduite de la même façon, on a titré, après dilution du produit à l'eau froide, l'acide arsénique non éthérifié. Pour une prise d'essai contenant 0,8187 d'acide arsénique on a retrouvé au titrage 0,815. La différence, 0,45 pour 100, est minime et reste dans les limites des erreurs d'expérience.

» Une éthérification conduite sous la pression réduite de 20mm a montré que le départ d'eau avait lieu, dans ces conditions, avec une extrême rapidité : après 1 heure de chauffe à 150°, la perte de poids du produit correspondait exactement à l'éthérification de deux oxhydriles. Le liquide distillé ne contenait pas trace de glycérine. Le produit formé, répondant à la formule $C^3H^5(OH)AsO^3(OH)$ ou $C^3H^5(OH)^2AsO^3$, est solide, amorphe, blanc. Il se dissout très rapidement dans l'eau avec abaissement de température. La solution, traitée comme il a été indiqué plus haut, n'a fourni que fort peu de produit précipitable à l'alcool et contenant des traces de matière organique.

» J'ai essayé, d'autre part, d'obtenir directement le glycéroarséniate acide de chaux en chauffant ensemble 1mol d'arséniate acide $As^2O^8H^4Ca$ avec 2mol de glycérine. A 150°, dans le vide, la perte d'eau correspond exactement à deux oxhydriles. Le produit obtenu est solide, blanc, déliquescent, et ne laisse pas distiller de glycérine même à 230° sous 20mm. La solution aqueuse titrée a fourni, pour une prise d'essai correspondant à 2g,99 de sel monocalcique, 3g de sel régénéré, ce qui indique bien une hydrolyse totale.

» Enfin j'ai fait l'examen cryoscopique de la solution aqueuse du produit d'éthérification, pour voir si celle-ci contiendrait l'éther-acide.

» 14g d'AsO^4H^3 sont dissous dans l'eau et additionnés de 9g,5 de glycérine. La solution est divisée en deux parts égales. La première portion, amenée à 100cm³ et cryoscopée, fournit un abaissement de 1°,80. La seconde portion, chauffée dans le vide à 150° jusqu'à élimination de $2H^2O$, a été ensuite, après refroidissement, dissoute dans l'eau glacée et amenée à 100cm³. Elle fournit un abaissement de 1°,78. Cette différence de 0°,02 est tellement faible qu'il est impossible d'admettre la présence de produit éthérifié.

» En résumé, l'acide arsénique et la glycérine réagissent fort bien l'un sur l'autre, en produisant des éthers-acides avec départ de 1mol à 2mol

d'eau, mais le produit obtenu est immédiatement hydrolysé au contact de l'eau froide, ce qui exclut la possibilité de préparation d'un arsénioglycérate par voie humide. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'assimilation de l'acide lactique et de la glycérine par l'*Eurotyopsis Gayoni. Note de M. P. **Mazé**, présentée par M. Roux.

« *L'Eurotyopsis Gayoni* étant capable de se nourrir aux dépens des aliments ternaires les plus variés, il était intéressant de rechercher de quelle façon il emprunte son carbone à d'autres substances que le sucre et l'alcool. J'ai examiné dans ce but l'acide lactique et la glycérine.

» L'acide lactique est un produit de fermentation aussi répandu que l'alcool; il peut se former aux dépens des matières azotées, mais le plus souvent il résulte du dédoublement des hexoses suivant l'équation

$$C^6H^{12}O^6 = 2C^3H^6O^3.$$

» La glycérine tient une place peu importante parmi les substances élaborées par les ferments, mais elle joue un grand rôle dans leur alimentation, aussi bien que dans la nutrition des végétaux et des animaux.

» La connaissance du mécanisme de l'incorporation de ces deux composés à la substance vivante présente donc un réel intérêt; mais il est probable qu'il n'est pas le même chez tous les êtres vivants.

» Les expériences résumées dans les Tableaux suivants sont calquées, quant au mode d'exécution, sur celles que j'ai rapportées dans ma Note du 20 janvier 1902.

Tableau I. — *Expérience avec circulation d'air.*

	Acide lactique.		Glycérine.	
	1.	2.	1.	2.
Poids de plante fabriquée......	mg 192,2	mg 201	mg 413	mg 362,5
Poids d'aliment consommé.....	871,4	832	1162,3	1185
CO^2 dégagé..................	848	822,8	814,1	900
Durée de l'expérience.........	8j	8j	8j	8j

Tableau II. — *Expérience en atmosphère confinée.*

		Acide lactique.	Glycérine.
Poids du mycélium recueilli...		$85^{mg},8$	$156^{mg},5$
Aliment consommé		$309^{mg},8$	$409^{mg},4$
CO^2 dégagé	en volume ...	$163^{cm^3},12$	$132^{cm^3},1$
	en poids.......	$320^{mg},76$	$259^{mg},77$
O absorbé	en volume	$155^{cm^3},8$	$158^{cm^3},4$
	en poids.......	$222^{mg},42$	$226^{mg},54$
Valeur de $\frac{CO^2}{O}$		1,05	0,83
Durée de l'expérience		4^j	4^j

Tableau III. — *Composition élémentaire du mycélium.*

	Acide lactique.	Glycérine.
C....................	51,51	51
H....................	7,24	8
Az....................	4,60	4,67
O + S..................	36,65	36,33
	100,00	100,00

» L'examen de ces Tableaux montre d'abord que l'*Eurotyopsis* consomme plus d'acide lactique, à poids égal de plante, que de glycérine et de sucre (voir *Comptes rendus*, 20 janvier 1902). Il semble qu'avec l'acide lactique on assiste à un processus d'assimilation différent de celui du sucre interverti; mais le mycélium, recueilli sur milieu Raulin à acide lactique, immergé dans une solution à 5 pour 100 de cet acide, le dédouble lentement en alcool et acide carbonique; on trouve en même temps, dans la solution, des quantités dosables d'aldéhyde éthylique; le mycélium immergé dans l'eau distillée ne fournit aucun de ces corps, ce qui prouve bien qu'ils ne résultent pas du dédoublement des hydrates de carbone présents dans le mycélium. De plus, la valeur du rapport $\frac{CO^2}{O}$ fourni par la culture en atmosphère confinée est très voisine de celle qui a été trouvée pour le sucre. La composition élémentaire du mycélium cultivé sur acide lactique ne diffère pas de celle que présente celui qui a été recueilli sur milieu sucré. On doit en conclure que la fraction d'acide lactique incorporée à la substance vivante est l'alcool qui doit être préalablement oxydé et transformé en aldéhyde; mais l'*Eurotyopsis* développé sur un milieu

renfermant 5 pour 100 d'acide lactique consomme plus pour son entretien que sur un milieu sucré.

» Avec la glycérine, on se rapproche davantage de l'alimentation hydrocarbonée, si l'on ne considère que les relations entre le poids de plante fabriquée, le poids d'aliment consommé et la quantité de CO^2 dégagé; mais la valeur du rapport $\frac{CO^2}{O}$ montre qu'il y a une plus grande quantité d'oxygène absorbé à poids égal de mycélium développé.

» De plus, le mycélium immergé dans une solution de glycérine à 10 pour 100 ne fournit aucun produit de dédoublement. Mais M. Laborde a montré que l'*Eurotyopsis* consomme aussi bien la mannite que le sucre et la fait fermenter avec la même facilité en donnant de l'alcool et de l'acide carbonique.

» La glycérine, homologue de la mannite, doit donc perdre, comme elle, 2^{at} de H avant de subir de nouvelles transformations; l'hydrogène est détaché par voie d'oxydation, car on n'en trouve pas de trace dans les cultures en atmosphère confinée; c'est ce qui explique l'excédent de O absorbé. La composition centésimale du mycélium est tout à fait comparable à celle du champignon recueilli sur du sucre, de l'alcool ou de l'acide lactique.

» Tous ces faits montrent qu'un organisme comme l'*Eurotyopsis*, qui est capable d'emprunter les matériaux de son mycélium à des produits variés, semble les ramener, par des transformations préalables, à un processus unique d'assimilation, et conserve ainsi une composition à peu près invariable si l'on prend soin de le recueillir dans des conditions à peu près semblables. »

ZOOLOGIE. — *Sur les modifications et le rôle des organes segmentaires des Syllidiens, à l'époque de la reproduction.* Note de M. G. **Pruvot**, présentée par M. Yves Delage.

« On ne trouve sur ce sujet dans les auteurs que de brèves indications qui se réduisent à ceci : ceux des organes segmentaires qui appartiennent à la région génitale du corps subissent, à l'époque de la reproduction, des modifications qui consistent essentiellement en une augmentation de volume, et qui sont en rapport avec l'émission des produits sexuels. Or, dans ces termes, la proposition est incomplète et en partie inexacte.

» Chez toutes les espèces que j'ai examinées, la femelle n'a jamais

montré de transformation ni d'augmentation de taille notable dans les organes segmentaires des segments ovigères. L'organe conserve toujours, comme dans les segments dépourvus de produits génitaux, la forme d'un tube cylindrique, arqué, à parois minces et ciliées, s'ouvrant au dehors contre le bord externe du muscle longitudinal ventral et débouchant, d'autre part, dans la cavité du segment antérieur, par un petit orifice non développé en pavillon distinct. Seulement, après la ponte, l'organe se montre parfois déformé, avec ses parois distendues et affaissées. Chez le stolon femelle (*Sacconereis*) des Autolytes, il se développe de plus, près de l'orifice de sortie, une rosette de grosses cellules glandulaires, piriformes, très colorables, qui insinuent leurs pointes entre les cellules du canal segmentaire et qui servent à former le *sac d'incubation* de la Sacconéréide en enduisant les œufs de leur mucus au passage pour les maintenir agglutinés.

» Chez tous les mâles, en revanche, il se produit, à l'approche de la maturité sexuelle, une transformation spéciale dans un certain nombre des organes segmentaires. Je l'ai trouvée à son maximum dans le stolon de *Syllis vittata*. Là, l'organe s'est dilaté en une poche volumineuse, bosselée et repliée sur elle-même en forme de cornemuse, occupant la presque totalité de la cavité générale. Un fort sphincter musculaire s'est développé autour de l'orifice externe, et la portion antérieure de la poche, étranglée par le dissépiment, s'épanouit à sa surface en un large pavillon bilabié et fortement cilié. La paroi proprement dite de l'organe est très mince, réduite à une basale à la surface externe de laquelle sont déposées de nombreuses granulations pigmentaires. Mais elle est doublée d'une couche d'organites singuliers qui oblitèrent presque en entier la cavité de l'organe. Ce sont des tubes courts, de 10^{μ} à 15^{μ} de diamètre, paraissant toujours ouverts à une extrémité, mais fermés et épaissis du côté de la basale. Leur paroi est formée d'une substance homogène, transparente et réfringente, se comportant vis-à-vis des colorants comme la chitine. Plusieurs s'ouvrent parfois l'un dans l'autre, formant de grandes vésicules bosselées et irrégulières. Ils sont rigides et nullement déformés par la pression des éléments voisins. Entre eux, on trouve çà et là des cellules plus petites qu'eux-mêmes (8^{μ} à 10^{μ} de diamètre), à protoplasma et à noyau refoulés contre la paroi, et à cavité occupée par une ou plusieurs vacuoles qui nous éclairent sur l'origine de ces éléments. Ils résultent de la transformation des cellules épithéliales de l'organe segmentaire. Il apparaît au début dans celles-ci une ou plusieurs vacuoles qui refoulent le protoplasma et le noyau

contre la paroi et dilatent la cellule qui finit par se rompre; l'organite est formé par la chitinisation de la paroi cellulaire et du protoplasma qui la double, et l'on trouve souvent dans le fond épaissi un petit corps rond de 2^{μ} de diamètre qui paraît être le reste du noyau.

» Même chez les individus arrivés à maturité complète, on ne trouve, à l'intérieur de la poche segmentaire, qu'un très petit nombre de spermatozoïdes, tandis que la masse de ceux-ci, pressés au dehors dans ce qui reste de la cavité générale, dessine sur les coupes une ligne sombre autour de la paroi.

» Chez les autres Syllidiens, je n'ai jamais rencontré un accroissement de volume aussi prononcé, ni une transformation aussi complète de l'épithélium. Mais tous les états observés paraissent être des étapes de celui-ci. Il y a toujours développement du large pavillon segmentaire ouvert dans le segment précédent, notable augmentation de l'organe et transformation en poche recourbée, avec sphincter musculaire à son orifice externe. La cavité de l'organe est réduite, non par suite d'une multiplication réelle des cellules, mais parce que chacune se vacuolarise, se dilate beaucoup et se transforme en une grande vésicule creuse, à paroi épaissie, doublée seulement d'un mince vernis protoplasmique, avec noyaux aplatis aux points nodaux du réseau que l'ensemble figure sur les coupes. L'organe transformé n'est jamais glandulaire; il a un aspect résistant et élastique, et éveille l'idée d'un rôle purement mécanique.

» La modification des organes segmentaires n'est pas liée rigoureusement à la présence des produits sexuels (Exemple : *Syllis hamata*, où ils ne se développent pas dans le stolon). Mais elle ne se produit jamais que dans une portion du corps où les muscles ont subi aussi une transformation en vue de la locomotion rapide caractéristique des formes épigames, transformation qui consiste en la dissociation de chaque fibre musculaire en fines fibrilles à bords parallèles et à réfringence accrue.

» Il résulte de ces faits que l'organe segmentaire modifié joue, avant tout, un rôle mécanique comme adjuvant de la locomotion, qui est particulièrement activée chez les stolons mâles. Par sa transformation en une masse volumineuse, résistante et élastique, il donne au corps une certaine rigidité et il fournit un point d'appui aux muscles locomoteurs, ainsi qu'à l'appareil sétigère.

» Mais il sert aussi à l'expulsion des spermatozoïdes. Celle-ci se fait en trois temps : 1° relâchement de tout l'appareil musculaire; la poche segmentaire se dilate en vertu de son élasticité propre, et les spermatozoïdes

pénètrent par le pavillon de la cavité générale dans son intérieur; 2° contraction de tous les muscles; la contraction du dissépiment ferme la communication avec le pavillon et, par conséquent, avec la cavité du segment d'où proviennent les spermatozoïdes, la contraction du sphincter terminal leur ferme toute issue, et la contraction des muscles généraux de la paroi du corps détermine une augmentation de pression dans la poche; 3° relâchement du sphincter externe et alors, sous la pression des autres muscles, les spermatozoïdes sont expulsés en un jet rapide, qui contraste avec le dépôt lent des œufs un à un par la femelle. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le mécanisme intime de la formation de la* Pourpre. Note de M. RAPHAEL DUBOIS.

« Depuis la plus haute antiquité, on sait que la matière colorante désignée sous le nom de *Pourpre* ne préexiste pas chez les Mollusques marins qui la produisent. En 1736, Duhamel a démontré expérimentalement qu'elle prend naissance sous l'influence des radiations solaires, ce qui a été vérifié, en 1859, par M. de Lacaze-Duthiers. En 1889 et 1890, M. Augustin Letellier a publié sur ce sujet des recherches très importantes. Ce savant distingué a extrait de la glande à pourpre [1] trois substances : l'une fixe, les deux autres *photogéniques* [2], l'une rouge et l'autre bleu foncé, se formant sous l'influence de la lumière par un phénomène de réduction, et non d'oxydation, comme on l'avait autrefois prétendu.

» J'ai cherché le mécanisme par lequel prennent naissance les substances qui engendrent, sous l'influence de la lumière, les pigments rouge et bleu, dont le mélange constitue la *Pourpre;* l'expérience suivante permet de le comprendre.

» On détache rapidement les glandes à pourpre du *Murex brandaris*, en évitant les meurtrissures et en opérant à une lumière faible : on les broie *aussitôt* avec du sable de grès lavé, bien sec, et de l'alcool absolu : il faut opérer rapidement. Le magma obtenu est jeté sur un filtre, lavé avec soin à l'alcool absolu, dans l'obscurité. Le liquide alcoolique, filtré au papier fin, est exposé à la lumière et filtré de nouveau,

(1) A. LETELLIER, *Recherches sur la pourpre produite par le* Purpura lapillus (*Arch. de Zool. exp.*, 1890, n° 3, p. 262-263).

(2) Cette expression doit s'appliquer exclusivement aux substances qui produisent de la lumière; le mot *photogénées* me paraît préférable.

pour séparer une petite quantité de matière insoluble colorée qui a pris naissance, malgré les précautions indiquées ci-dessus. Le nouveau filtrat est évaporé au bain-marie ou à l'air libre. Quand il est très réduit, on en imbibe des fragments de papier filtre, qui ne se colorent pas à la lumière, même s'ils sont humectés d'eau, lorsque l'opération a été bien conduite.

» La partie restée sur le filtre est délayée avec de l'eau chloroformée, avec laquelle elle est laissée en contact pendant 12 heures : on agite fortement de temps en temps, puis on jette sur un filtre et on lave à l'eau chloroformée, avec soin. Cette opération doit être faite à l'obscurité. La matière blanche insoluble est délayée dans un mélange à parties égales d'eau et de glycérine pure, on laisse reposer quelques instants et l'on décante pour séparer le sable de grès du liquide louche qui le surnage. Ce dernier ne se colore pas à la lumière, mais si l'on en laisse tomber une goutte sur le papier préparé comme il a été dit plus haut, et imbibé d'eau, on voit apparaître au point touché, au bout d'un temps variable avec l'intensité de la lumière solaire, une tache *pourpre*.

» Si ce liquide a été préalablement chauffé à l'autoclave à 120°, la réaction n'a plus lieu.

» Donc l'alcool suspend et la chaleur supprime l'activité d'une substance active contenue dans le mélange glycériné. A l'aide du microscope, on constate que celui-ci contient une foule de granulations présentant les caractères de celles que j'ai décrites sous le nom de *vacuolides* dans les organes photogènes des animaux lumineux.

» Je n'ai pu isoler du liquide glycériné, par aucun dissolvant neutre, acide ou basique, la moindre trace de substance active, et je suis conduit à admettre que ce sont ces granulations qui constituent la partie active. Elles sont assez volumineuses pour ne pas traverser les filtres de papier, mais beaucoup de zymases qui, pour moi, sont également formées de fines granulations bioprotéoniques, sont arrêtées, en totalité ou en partie, par les filtres fins. C'est cette particularité qui, peut-être, a fait méconnaître l'existence de ferments appelés improprement *ferments solubles* là où ils existent cependant et il y aurait peut-être lieu de distinguer des *microzymases* et des *macrozymases*.

» Pour la macrozymase de la Pourpre, je propose le nom de *purpurase* et, provisoirement, celui de *purpurine*, pour la ou les substances sensibles à la lumière dont elle provoque la formation, par analogie avec les substances photogènes productrices de lumière, que j'ai nommées *luciférase* et *luciférine*.

» Si l'homologie entre la glande à Pourpre des Gastéropodes et les glandes photogènes de la Pholade dactyle est évidente, leur analogie physiologique ne l'est pas moins : elle est des plus curieuses, ainsi que je

le montrerai dans un prochain Mémoire; seulement, dans le cas de la Pourpre, il y a absorption d'énergie lumineuse, avec phénomènes de réduction; tandis que dans la photogénèse, chez la Pholade, il y a émission de lumière avec phénomènes d'oxydation. Ces résultats comportent des développements importants, au point de vue de l'énergétique biologique, qui ne peuvent trouver place dans cette Note. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les effets physiologiques du poison des filaments pêcheurs et des tentacules des Cœlentérés* (hypnotoxine). Note de MM. **P. Portier** et **Charles Richet**.

« Au cours de l'expédition scientifique dirigée par le Prince Albert Ier de Monaco, nous avons pu étudier le poison contenu dans les filaments pêcheurs des Physalies.

» On sait que ces longs filaments sont pourvus de batteries de nématocystes, capturant les proies nageant dans le voisinage de l'animal; leur action sur la peau de l'homme produit des effets urticants intenses.

» L'extrait aqueux, obtenu en broyant ces filaments avec du sable, donne un liquide coagulable par la chaleur, plus ou moins filtrable, coloré en bleu foncé, et dont les propriétés toxiques sont manifestes.

» Sans pouvoir donner de chiffres bien précis, 2^g de filaments frais suffisent à tuer en 1 heure un pigeon de 300^g. La plupart de nos expériences ont été faites sur les pigeons injectés dans le grand pectoral.

» La toxine étudiée est détruite aux environs de 55°; elle ne dialyse pas; elle est précipitée par l'alcool; le précipité, rapidement séparé de l'alcool et redissous dans l'eau, donne un liquide doué de propriétés toxiques, identiques à celles du liquide primitif.

» Les effets de cette toxine sont singuliers. Elle ne produit aucune douleur au point d'inoculation; elle est plutôt anesthésique qu'hyperesthésique. Si la dose a été suffisante, l'animal, au bout de 15 à 30 minutes, est plongé dans une somnolence invincible, il ne réagit que difficilement aux excitations psychiques, il est comme engourdi et indifférent à tout ce qui l'entoure. Des excitations fortes parviennent à le tirer de cette torpeur; mais, après avoir fait quelques mouvements, il retombe dans cet état de demi-coma. Le cœur est accéléré, la sensibilité est presque complètement abolie; la station est titubante, les yeux sont demi-clos, et ce qui domine la scène, c'est l'affaiblissement de toute spontanéité d'ordre psychique. Il y a presque toujours un peu de ténesme rectal et de diarrhée. La température baisse de 2 ou 3 degrés.

» Si la dose est plus forte, les effets d'impuissance motrice et de somnolence sont plus rapides et plus intenses et la mort survient par un arrêt respiratoire qui succède à une période de respirations précipitées et presque asphyxiques.

» Des effets analogues ont été obtenus en opérant sur les cobayes, les canards et les grenouilles.

» Étant donnés ces effets hypnotiques qui paraissent spéciaux à cette sorte de toxine, nous proposons de lui donner le nom d'*hypnotoxine*, qui indique nettement son effet principal.

» Les autres groupes de Cœlentérés : Méduses, Actinies, Vélelles, possèdent des nématocystes analogues à ceux des Physalies; sécrètent-ils aussi une hypnotoxine? L'expérience directe nous a permis de l'établir.

» En effet, avec l'extrait glycériné des tentacules de ces organismes, nous avons obtenu des effets très analogues, sinon identiques, à ceux de l'hypnotoxine des Physalies. En particulier, nous avons pu étudier avec détails les très curieux effets produits chez le chien par l'injection intraveineuse de l'extrait glycériné des tentacules des Actinies. Nous publierons prochainement les résultats de cette étude.

» Si maintenant l'on compare ces effets paralysants et hypnotiques de la toxine au rôle biologique des tentacules, on voit qu'il y a adaptation parfaite au genre de vie de l'animal.

» Ainsi que nous l'avons constaté directement, dès qu'une grenouille ou un poisson arrive au contact des filaments urticants des Physalies, au lieu de se débattre et de fuir, ce qu'il pourrait facilement faire, semble-t-il, il est comme sidéré et immobilisé, si bien qu'il peut être, sans résistance de sa part, amené au contact des organes digestifs. Depuis longtemps on avait observé des faits analogues avec les Actinies, mais sans cependant étudier l'action physiologique de ce poison.

» Nous proposons d'appeler *hypnotoxines* cette famille de toxines ou de venins qui immobilisent, paralysent et insensibilisent avant de tuer.

» Ce sont des poisons qui portent primitivement leur action sur les fonctions psychiques du système nerveux central, pour engourdir l'animal et supprimer sa résistance. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Les chaînes de divergeants fermés et d'apolaires des Filicinées*. Note de MM. C.-Eg. **Bertrand** et F. **Cornaille**.

« 1. La chaîne réceptrice d'un divergeant fermé ou d'une apolaire peut se présenter réduite à l'état de divergeant fermé ou de pièce apolaire. On prévoit ainsi la formation de chaînes de divergeants fermés et d'apolaires, c'est-à-dire *la formation régulière de masses libéroligneuses primaires,*

à trachées intérieures, ou même sans trachées, les trachées occupant une position rigoureusement définie dans l'ensemble quand elles existent. Ces sortes de chaînes jouent un rôle prépondérant dans la constitution des pièces réparatrices des stipes.

» 2. Deux divergeants fermés $\Upsilon_d^\alpha \odot$, $\Upsilon_d^\beta \odot$, qui s'ajoutent en *une chaîne continue,* amènent en contact un point du contour externe de leur bois. Ce point devient centre de figure commun au système des deux divergeants. Quand le bois présente une incision, elle se fait sur le centre de figure commun et met en communication les amytomes, ou libers internes, des deux divergeants. *Le résultat est une chaîne binaire fermée à deux faisceaux bipolaires inégaux.* Elle se réduit facilement à un seul divergeant fermé par extinction de son petit faisceau. *Exemples :* La région d'union d'un système de deux divergeants fermés médullaires du stipe d'*Alsophila eriocarpa,* qui se prolonge inférieurement par un seul divergeant fermé. La région d'union de deux divergeants fermés du système accessoire périphérique dans la partie dorsale du stipe de *Lomariopsis fraxinifolia.*

» Lorsque les deux divergeants $\Upsilon_d^\alpha \odot$, $\Upsilon_d^\beta \odot$ restent fermés, *le résultat de leur jonction est une chaîne continue de deux divergeants fermés,* c'est-à-dire *une masse libéroligneuse primaire à deux pôles trachéens doubles, intérieurs au bois, recouverte de liber externe. Exemple :* L'anastomose dorsale externe d'un stolon moyen de *Pteris aquilina.*

» 3. Quand un divergeant fermé $\Upsilon_d^\gamma \odot$ s'ajoute sur un seul terme $\Upsilon_d^\beta \odot$ d'une chaîne binaire continue de divergeants fermés $\Upsilon_d^\alpha \odot \Upsilon_d^\beta \odot$, $\Upsilon_d^\gamma \odot$ s'unit à $\Upsilon_d^\beta \odot$ comme si celui-ci était seul, le point de contact des bois devenant centre de figure du système $\Upsilon_d^\beta \odot \Upsilon_d^\gamma \odot$. Le divergeant intermédiaire de la chaîne ternaire semble alors avoir deux centres de figure, l'un propre au système $\Upsilon_d^\alpha \odot \Upsilon_d^\beta \odot$, l'autre propre au système $\Upsilon_d^\beta \odot \Upsilon_d^\gamma \odot$. C'est-à-dire que $\Upsilon_d^\beta \odot$ fonctionne par rapport aux deux autres divergeants indépendamment des rapports qu'il a déjà contractés. De là, une très grande mobilité dans les rapports des pièces libéroligneuses des Filicinées. Le résultat est : ou bien *une chaîne ternaire continue de divergeants fermés,* ou bien *une chaîne ternaire fermée,* lorsqu'il s'est produit des incisions sur les centres de figure. On obtient, par le même procédé, des *chaînes continues de* 4, 5, ... *k divergeants fermés,* ou bien, quand il y a des incisions sur les points de contact des bois, *une chaîne fermée de* 4, 5, ... *k termes.*

» 4. Un divergeant fermé $\Upsilon_d^\nu \odot$, qui s'ajoute sur une chaîne continue de divergeants fermés, peut toucher simultanément deux termes de cette chaîne. Il s'ajoute à chacun des termes touchés comme s'il était complète-

ment libre, c'est-à-dire sans modifier les rapports qu'il a déjà, ou qu'il aura, avec les autres termes de la chaîne. Deux des résultats produits par ce mode d'agencement sont plus particulièrement intéressants par leur fréquence. $\Upsilon_d^\nu \odot$ peut venir clore une chaîne qui décrit une courbe fermée en s'appuyant sur ses deux divergeants extrêmes $\Upsilon_{dg}^b \odot$, $\Upsilon_{dd}^b \odot$; $\Upsilon_d^\nu \odot$ peut aussi se poser sur deux divergeants consécutifs $\Upsilon_d^h \odot$, $\Upsilon_d^{(h+1)} \odot$, d'une chaîne. Dans le premier cas, les contacts $\Upsilon_{dd}^b \odot \Upsilon_d^\nu \odot$, $\Upsilon_d^\nu \bigcirc \Upsilon_{dg}^b \odot$ créent les deux centres de figure qui viennent clore l'*anneau de divergeants fermés* (1). Dans le second cas, l'apport du divergeant $\Upsilon_d^\nu \odot$ détermine la formation de deux centres de figure $\gamma_d^{h\nu}$, $\gamma_d^{\nu(h+1)}$, très voisins l'un de l'autre, et voisins du centre $\gamma^{h(h+1)}$ dépendant de la chaîne principale. On a donc alors *une petite boucle appendue à la chaîne principale*.

» 5. Deux pièces apolaires $A_d^\alpha \bigcirc$, $A_d^\beta \bigcirc$ s'ajoutent l'une à l'autre comme deux divergeants fermés. Les masses ligneuses ne s'ouvrent pas. Elles se fondent en une masse plus grosse de métaxylème revêtue de liber externe. *Présenté sous forme condensée, le résultat est une apolaire unique*. Mais il y a souvent un très grand intérêt à y conserver l'indication des pièces constituantes, parce qu'on spécifie ainsi les points d'apparition possibles des groupes trachéens. On a alors *une chaîne binaire d'apolaires*.

» 6. Par un procédé additif semblable à celui du paragraphe 3, nous formerons *des chaînes de* 3, 4, ... *k pièces apolaires. Sous forme condensée, c'est encore une pièce apolaire unique. Exemples :* La portion du premier anneau libéroligneux intérieur du stipe de *Matonia pectinata* comprise entre les extrémités des ailes du divergeant qui le ferme; la portion de l'arc libéroligneux du stipe de *Botrychium Lunaria* comprise entre les rayons vecteurs C(N + I), C(N + II); la plus grande partie de l'arc ventral du stipe d'*Helminthostachys* comprise entre les rayons vecteurs C (2 N) et C (2 N + I) (2); la chaîne comprise entre le bord gauche de la fronde (N) et le bord droit de la trace (N + I) dans le stipe d'*Alsophila eriocarpa* (3).

---

(1) L'incision des bois dans un pareil ensemble produit la figure si curieuse du *double anneau ligneux tapissé de liber externe sur ses deux faces*. L'anneau ligneux externe porte seul les points trachéens sur sa face interne. L'anneau ligneux interne est exclusivement formé de grands vaisseaux. Aucune de nos Filicinées actuelles n'a conservé ce dispositif à l'état de pureté.

(2) Chez ces Ophioglossées, le liber externe, enfermé dans l'intérieur de la chaîne d'apolaires, est réduit à des fibres primitives.

(3) P. Lachmann, *Racine des Fougères, fig.* 7 A, p. 97, le grand massif inférieur.

» 7. De même encore une apolaire s'ajoute simultanément à deux termes d'une chaîne d'apolaires en produisant un *anneau apolaire* comme celui du stipe de *Microlepia platyphylla* dans la moitié supérieure du segment (2 N — I), ou une *boucle à œil fermé sur le contour d'une chaîne apolaire*.

» 8. Une apolaire A_a^β O s'ajoute sur un divergeant fermé Y_a^α ⊙ comme sur une apolaire. Il ne se fait pas d'incision sur le bois, le métaxylème de l'apolaire se fond peu à peu dans celui du divergeant dont il paraît un épaississement local. Présenté sous forme condensée, *le résultat est un seul divergeant*. Présenté sous forme dilatée, c'est une *chaîne binaire d'un divergeant fermé et d'une apolaire*. On aura des chaînes de 3, 4... *k* termes, dont certains sont des divergeants fermés et les autres des apolaires. Les centres de figure sont aux points de contact des divergeants. Lorsque deux divergeants sont séparés par une apolaire, celle-ci apparaît comme un trait d'union entre les deux moitiés d'un centre de figure très élargi. On aura aussi *une petite boucle à œil fermé, ou à œil ouvert, appendue au contour d'une chaîne de divergeants fermés et d'apolaires*, et un *anneau de divergeants fermés et d'apolaires*. *Exemples :* La masse libéroligneuse annulaire de presque tous les stipes dits *solénostéliques;* la masse libéroligneuse des stipes à bois plein. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le dépérissement des Vignes causé par un acarien, le* Cœpophagus echinopus. Note de MM. L. Mangin et P. Viala, présentée par M. Guignard.

« Notre attention a été attirée, dès 1895, sur le dépérissement de Vignes plantées en terrain bas tourbeux ou argileux de la Provence. La maladie observée, différente de toutes celles qui ont été décrites par les caractères pathologiques des plants attaqués, est produite par un acarien, le *Cœpophagus echinopus*. Répandu dans tous les sols qui renferment des détritus végétaux, cet acarien était décrit jusqu'ici comme un saprophyte, bien que l'un de nous l'eût signalé déjà, dans les bulbes de Jacinthe envahis par les anguillules en Provence, comme capable d'accélérer le dépérissement des bulbes contaminés.

» Les observations que nous avons poursuivies pendant plusieurs années nous ont montré que le *Cœpophagus* n'attaque pas immédiatement les Vignes saines et bien résistantes. Mais si le sol est peu perméable, compact et humide, le système radical

se développe mal; les radicelles sont moins nombreuses qu'à l'état normal; les racines moyennes présentent un parenchyme cortical hypertrophié dont les cellules sont gorgées d'amidon; les thylles normales ou gommeuses sont abondantes et les pousses prennent un aspect souffreteux. C'est alors que l'acarien intervient, ronge les racines en se nourrissant de l'amidon; il se multiplie si rapidement que les racines sont bientôt couvertes, sous le périderme à peine adhérent, de nombreuses galeries remplies d'une poudre brune constituée par les excréments du parasite, et, dans les régions plus profondes, on trouve de nombreux individus à tous les états de développement. La végétation s'affaiblit peu à peu et, au bout de 3 ans, 5 ans au plus, les ceps meurent. Adapté ainsi à des conditions de vie nouvelle, l'acarien devient capable d'attaquer des plants encore vigoureux et, dans l'étendue des taches, on observe tous les passages de l'organisme purement saprophyte à l'organisme parasite. C'est un exemple de parasitisme facultatif.

» Nos études, d'abord limitées à des vignes en terrains marécageux, ont été étendues aux divers vignobles français et à certaines régions de l'étranger : Californie, Chili, Australie, Portugal, Palestine; partout nous avons retrouvé le même acarien. Toujours impuissant en présence de plants vigoureux, il intervient pour hâter la destruction des ceps toutes les fois que leur résistance est amoindrie, soit par un état passager de misère physiologique, soit par l'intervention des parasites tels que le phylloxéra, les anguillules, la cochenille, le pourridié.

» Réservant pour un travail ultérieur l'étude de la résistance phylloxérique et de ses rapports avec l'action combinée du *Cœpophagus echinopus*, nous décrirons seulement dans cette Note les altérations qu'il produit à l'exclusion de tout autre parasite.

» Les points d'attaque dans les parcelles contaminées sont disséminés comme si un essaimage s'était produit; chacun de ces points devient le centre d'une tache qui s'étend plus ou moins irrégulièrement, sans offrir l'extension concentrique des taches phylloxériques. Dans les taches, les ceps présentent d'abord une grande irrégularité dans l'allongement des rameaux; certains exagèrent même leur longueur normale, d'autres restent courts, amincis au sommet; tous sont peu ramifiés, contrairement à ce que l'on observe dans les taches phylloxérées. Au bout de 3 ou 4 ans, les souches ne portent plus que des rameaux courts de 30^{cm}, de 20^{cm} et même de 15^{cm} de longueur, puis bientôt elles ne repoussent plus et meurent; elles s'arrachent alors avec la plus grande facilité, en raison de l'état de décomposition avancée des racines. Les feuilles demeurent petites, minces, à parenchyme cassant; celles des cépages teinturiers rougissent plus tôt que d'habitude. La chlorose observée en sol très calcaire, dans la première période de la végétation, n'a rien de commun avec la présence de l'acarien; car, même dans les taches, les pousses reverdissent en été quand le sol s'est asséché et réchauffé.

» Dans la première année de l'invasion, les fruits mûrissent mal, restent rougeâtres; les grappes deviennent plus lâches et se millerandent; les raisins donnent des moûts peu sucrés et peu acides, et, par suite, des vins faiblement alcooliques, peu chargés en couleur et facilement altérables. 1 ou 2 ans avant la mort de la plante, les fleurs coulent et la fructification est nulle.

» Les transformations morphologiques que nous venons de résumer sont la consé-

quence et la manifestation extérieure des lésions produites par les *Cœpophagus* sur les racines.

» Elles consistent en galeries d'abord superficielles et rares, puis de plus en plus nombreuses et profondes, s'étendant même jusqu'au bois. La plante réagit contre l'envahissement des acariens en construisant dans l'écorce une muraille de liège qui isole les parties envahies des régions intactes, mais cette protection est inefficace et, malgré la production de plusieurs lièges successifs, l'acarien pénètre dans toute l'écorce jusqu'à la zone génératrice et il va même creuser ses galeries dans les rayons médullaires. Les blessures ainsi produites laissent pénétrer des spores diverses, champignons et bactéries, transportées dans les parties les plus profondes par les acariens. La décomposition des tissus devient alors très rapide : dans l'écorce, le ciment de pectate de chaux, la pectose des membranes se dissolvent et donnent lieu à des exsudations gommeuses; dans le bois, les matières incrustantes sont dissoutes sauf dans la lamelle mitoyenne, les fibres sont peu à peu désagrégées et il ne reste plus de la zone ligneuse atteinte qu'un réseau délicat formé par les lamelles mitoyennes; ce réseau disparaît à son tour et des chancres se produisent ainsi, rongeant peu à peu toute la masse ligneuse des racines.

» Pendant cette période ultime de la décomposition, les acariens ont disparu pour attaquer des régions nouvelles et l'on ne trouve plus au milieu des débris de tissus qu'une poussière brune renfermant les excréments caractéristiques des parasites.

» Les divers cépages sont plus ou moins résistants aux atteintes du *Cœpophagus;* la variété la plus rapidement détruite est le Terret-Bourret, puis viennent par ordre de moindre résistance : Petit-Bouschet, Aramon, Alicante-Bouschet, Grand-Noir de la Calmette, Caunoise. Parmi ceux qui dépérissent le moins rapidement et aussi par ordre de moindre résistance, nous citerons Carignan, Espar, Panse. Enfin, les vignes américaines, espèces pures ou hybrides américo-américains, sont peu ou pas attaquées.

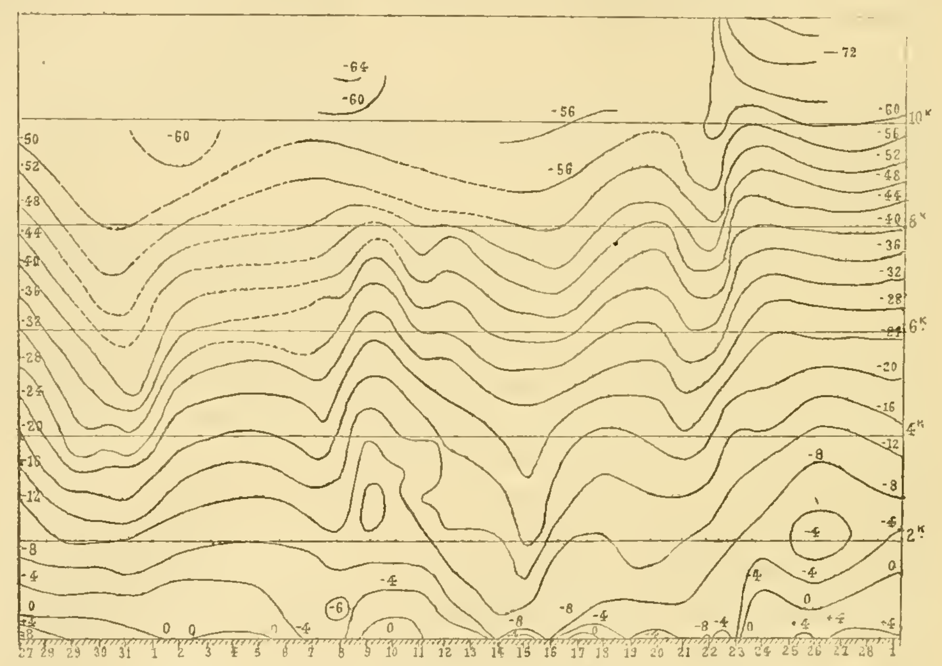
» La submersion des parcelles envahies n'a donné aucun résultat, elle a plutôt aggravé le mal. Le sulfocarbonate de potassium s'est montré inefficace, seul le sulfure de carbone appliqué à raison de 300^{kg} à l'hectare en un seul traitement, ou mieux en deux traitements à 200^{kg} de sulfure chacun, a enrayé complètement l'extension du parasite. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude des variations journalières des éléments météorologiques dans l'atmosphère.* Note de M. L. TEISSERENC DE BORT, présentée par M. Mascart.

« Les études faites depuis quelques années, grâce à l'emploi des cerfs-volants et ballons-sondes, ont montré que les variations des éléments météorologiques dans la verticale sont, dans certains cas, très rapides

et peuvent affecter des couches très différentes; d'où la nécessité de procéder à des sondages répétés, ou mieux, continus, afin de déterminer la relation entre ces diverses variations.

» Nous avons fait dans ce sens quelques tentatives à l'Observatoire de Météorologie dynamique et je demande à l'Académie la permission de lui soumettre les courbes avec lesquelles on a pu, pour la première fois, représenter avec quelque précision la variation de la température pendant plusieurs semaines. J'analyserai rapidement ces courbes.



Isothermes au-dessus de la région de Paris dans l'atmosphère libre, du 27 janvier au 1er mars 1901.

« La période considérée débute au moment de l'envahissement de nos régions par une aire de basses pressions avec tempête d'ouest. La température au sol est en hausse depuis le commencement de cette période et son maximum $+10°$ se produit le 27 janvier. Dans l'atmosphère; la température s'abaisse sous l'influence de la détente de l'air appelé dans le tourbillon; et le 29, jour où il se produit des giboulées de grésil et de neige, on constate une décroissance de $0°,8$ par 100^{m} par vents de nord-ouest. Une hausse de température considérable se produit à la suite du grand tourbillon, mais le régime reste à peu près le même avec bourrasques. Un peu plus tard, le 7, les hautes pressions venant à l'arrière des dépressions, occupent de nouveau nos régions et leur premier effet, par apport d'air froid du nord, est de faire baisser la température au sol (minimum $-5°,4$ le 5 et $-8°,9$ le 8). Puis le vent passant au

sud en même temps que le ciel se couvre, le refroidissement par rayonnement est empêché et les rayons du soleil arrêtés par les nuages bas qu'ils échauffent déterminent une inversion de la température bien marquée. Cette inversion se voit sur nos courbes le 9 et le 10 et cesse le 11 en même temps que le ciel se découvre; dans les zones élevées, on voit apparaître de basses températures : — 64°.

» Le ciel s'éclaircit dans l'après-midi du 11, en même temps que les vents inférieurs tournent au nord-est. Le 13, la température s'abaisse surtout dans les régions inférieures. La situation générale avec hautes pressions sur l'ouest de l'Europe persistant, des minima voisins de — 10° s'observent au sol. Cette baisse s'étend jusqu'à plusieurs milliers de mètres (4500^m) et paraît due, d'abord à l'arrivée d'air froid par vent de nord-est fort le 13, puis au rayonnement. Le 16, les vents des régions basses passent à l'ouest et au nord-ouest, sous l'influence d'une dépression qui approche par la Scandinavie; l'effet de ce changement de vent se fait d'abord sentir à quelques kilomètres du sol et tandis que le rayonnement nocturne abaisse la température en bas jusqu'à —12°, les isothermes comprises entre —12° et —20° dans l'atmosphère libre se relèvent par l'arrivée de l'air de l'Océan. Le ciel se couvre du 17 au 18 et la température s'égalise.

» Le 19, les hautes pressions s'établissent de nouveau sur nos régions et le retour des vents de nord-est détermine une baisse de température qui se fait d'abord sentir de 1500^m à 2000^m, puis s'accentue les 21 et 22 dans les hautes régions, tandis que la température remonte de nouveau aux altitudes moyennes.

» Sous l'influence de basses pressions s'avançant par les Iles Britanniques, la température au sol s'élève par l'arrivée brusque des vents d'ouest dans l'après-midi du 23; en même temps, le ciel se couvre et l'inversion thermique ordinaire se produit au-dessus des nuages; d'où la courbe fermée — 6° rencontrée par le ballon du 26, phénomène qui cesse les jours suivants, en même temps que le ciel se découvre. Dans les régions supérieures se montrent des températures très froides de — 70°.

» En résumé, l'analyse de la marche des températures jusqu'à 12^{km} de hauteur fournit, pendant cette période, des exemples très nets des principales causes des variations thermiques dans l'atmosphère :

» 1° Détente de l'air par dépression dans les premiers jours du mois, déterminant des variations adiabatiques avec la hauteur. Le 5 février, au centre même d'une bourrasque avec pluie et neige et partant de 0°, on trouve entre le sol et 5^{km} un décroissement de température de 0°,53 par 100^m, valeur qui concorde avec celle que donne le calcul pour l'air saturé. A la fin du mois, le 26, on observe entre 8^{km} et 10^{km} une décroissance adiabatique de 1° pour 100^m, avec des pressions relativement hautes, ainsi que cela se produit sur le pourtour des dépressions, quand des mouvements à composante verticale rapide ne sont pas accompagnés de condensation.

» 2° Refroidissement par l'arrivée d'air froid, puis par rayonnement:

froid se caractérisant par ce fait qu'il se limite aux couches d'air inférieures, et s'accompagne d'une décroissance très lente (0,40) malgré la sécheresse de l'air, ce qui indique que les couches tendent à se répartir suivant l'équilibre statique. C'est le mécanisme le plus habituel de la production du froid pendant l'hiver.

» 3° Les inversions produites par la formation des nuages bas et les effets de l'insolation sur ces nuages.

» 4° L'apparition dans la partie élevée de l'atmosphère (11^{km}) dans certaines situations, de températures très basses au-dessus des hautes pressions, phénomène que j'ai signalé pour la première fois il y a trois ans à la Société de Physique et sur lequel je reviendrai prochainement. »

GEOLOGIE. — *Sur l'origine et l'âge de la fontaine de Vaucluse.* Note de M. E.-A. MARTEL, présentée par M. Albert Gaudry.

« MM. Bouvier (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1855) et Marius Bouvier (*Comptes rendus de l'A. F. A. S.*, Congrès de Montpellier, 1879) ont définitivement établi que la provenance *actuelle* des eaux de la fontaine de Vaucluse est dans les infiltrations pluviales absorbées par les plateaux calcaires fissurés étendus du mont Ventoux au mont Lubéron : cette théorie, absolument conforme à la structure géologique et à l'hydrologie des calcaires crétacés en général, a été pleinement confirmée par mes premières explorations des avens de Vaucluse (avec M. Gaupillat, en 1892), et par les observations de M. Dyrion (*Mécanisme de la fontaine de Vaucluse*, 1893) et de la Commission météorologique de Vaucluse depuis 1873.

» Une nouvelle série de descentes d'avens et de recherches autour de Sault, effectuées en 1899, grâce à une subvention du Ministère de l'Agriculture, m'a permis d'étudier l'origine *ancienne* et *primitive*, la formation géologique en quelque sorte, de la célèbre fontaine.

» Dès 1894, à propos de certaines pertes de ruisseaux et vallées desséchées des Causses, j'avais formulé (*Les Abîmes*, p. 102, 184, 212, 297) avec une certaine réserve l'hypothèse que, dans ces sortes de vallées, « les torrents, autrefois plus considérables .... avaient .... à une époque géologique antérieure à la nôtre, rencontré, dans les cassures de leur lit, des *saignées* sous-fluviales, des *prises d'eau souterraines ;* que les *fuites* ainsi pratiquées avaient fini par suffire à l'écoulement contemporain » (par suite de la diminution du ruissellement) et que, de la sorte, « par un phé-

» nomène continu d'érosion, un lit souterrain se serait créé à la place du » lit aérien ».

» La suite de mes explorations souterraines a transformé d'hypothèse en certitude cette notion de la *fuite progressive des eaux dans le sous-sol des régions calcaires* et de *la substitution*, dans ces formations lithologiques, *d'une circulation souterraine actuelle à la circulation superficielle ancienne* : j'en ai cité de topiques exemples à propos de Padirac (Lot; *la Géographie*, mai 1900, et *Journal officiel*, 6 juin 1900), de l'aven Armand (Lozère; *id.*, juillet 1901), du Péloponèse, etc. (*Compte rendu du huitième Congrès géologique*, Paris, 1900). Et M. Fournier a confirmé que l'application de ce principe des *captures souterraines* était très fréquente dans les Causses et le Jura (*Bulletin des Services de la Carte géologique de France*, n° 78, juillet 1900, et *Comptes rendus*, 2 décembre 1901).

» Or, il faut aussi ranger Vaucluse parmi les exemples de ce phénomène et reconnaître que l'enfouissement de la rivière de la *Nesque* a pu être l'une des causes premières de la circulation souterraine de la région.

» En effet, la Nesque actuelle, formée au pied de la colline de Sault par la réunion du ruisseau d'Aurel et des deux torrents (ne coulant qu'après les grandes pluies) de la Croc et de Saint-Guilhem, ne dépasse plus que très rarement les cribles de cailloux où elle se perd, à Monnieux, vers 625^{m} d'altitude ; mais il résulte de l'aspect de sa vallée, en aval des pertes, qu'elle fut jadis un puissant cours d'eau ayant exécuté un immense travail d'érosion ; cette vallée, depuis Monnieux jusqu'à Méthamis, sur une vingtaine de kilomètres d'étendue, avec une dénivellation totale de 300^{m}, est un magnifique cañon des plus étroits, dont l'encaissement atteint 300^{m} au pied du grandiose rocher du Cire ; les divers étages de terrasses et d'encorbellements taillés aux flancs de ses murailles de calcaire aptien inférieur (à facies récifal dit *urgonien*) témoignent de l'abaissement successif et de l'affaiblissement progressif de l'ancien courant disparu ; car, de nos jours, c'est seulement à la suite de précipitations atmosphériques exceptionnelles qu'un torrent s'écoule au fond du cañon. En temps normal, et à l'entrée même de la gorge, toute la Nesque est bue par les fissures du calcaire dès qu'elle abandonne les alluvions modernes et les marnes tongriennes du bassin de Sault; elle a donc pris le chemin de Vaucluse, elle a délaissé son thalweg aérien pour les aqueducs souterrains inconnus, exactement comme le Saranta-Potamos (Garatès) de Tripolitza (Péloponèse) abandonnant le déversoir du seuil de Verzova pour le Katavothre de Verzova et la résurgence de Benicovi, comme le Fell-Beck d'Ingleborough-Hill

(Angleterre) se détournant de la gorge de Trow-Gill pour s'enfouir dans le gouffre du Gaping-Gill et ressortir à Ingleborough-Cave, etc.

» Il ne serait pas impossible de déterminer à peu près l'âge du cañon de la Nesque; les eaux actuelles n'ont certainement qu'une action approfondissante très faible et il faut reporter au moins aux grands ruissellements pléistocènes (début du quaternaire) le creusement de la partie inférieure de la gorge; or, comme celle-ci est déjà considérablement plus étroite que la partie supérieure, la grande largeur du haut du cañon suffit à dénoncer le travail d'un cours d'eau correspondant à des précipitations atmosphériques si abondantes, qu'il faudrait aller les chercher à l'époque pliocène ou même miocène. On sait, d'autre part, que, tout récemment, M. D. Martin a établi que le petit cañon du Régalon (réduction de celui de la Nesque, et dans les mêmes roches; Lubéron occidental) était déjà complètement creusé, sinon à l'époque de la mollasse miocène (*Comptes rendus*, 16 juillet 1900), du moins à l'époque du pliocène moyen (astien) d'après les fossiles trouvés *en place* dans les grottes du Régalon et déterminés par M. Depéret (*Bulletin de la Société d'études des Hautes-Alpes*, 3e trimestre 1900). Capitale pour l'âge du creusement des vallées et des cavernes, cette découverte de M. D. Martin peut en faire espérer une analogue parmi les replis et les anfractuosités du cañon de la Nesque, dont le seul aspect extérieur dénote déjà au moins deux ou trois degrés différents dans l'intensité du creusement.

» Comme corollaire, des fouilles au fond des avens de Vaucluse (obstrués entre 10^{m} et 163^{m} de profondeur) donneraient certainement des termes de comparaison entre l'âge de ces puits naturels, à ce point de vue si énigmatiques encore, et celui des diverses phases d'approfondissement de la Nesque.

» Eux aussi, les abîmes de Vaucluse, peuvent être fort anciens, au moins pliocènes, puisque plusieurs, malgré leur évidente allure de puits absorbants, sont situés (la Sarrière, près Saint-Christol, par exemple), *sur des crêtes* à 150^{m} ou 200^{m} au-dessus des plateaux actuels, en des points où n'ont pu atteindre que des dénudations d'âge fort reculé.

» Enfin le rôle des dislocations tertiaires est de nature à donner à ce sujet de précieuses indications : les pertes de la Nesque se sont produites à l'extrémité des failles entre lesquelles s'est effondré le bassin lacustre de Sault; toutes les fractures des plateaux de Vaucluse ont certainement contribué à former les crevasses où se sont creusés les abîmes; et la fontaine elle-même jaillit d'une faille qui amène l'aptien inférieur au

niveau de dépôts miocènes. Comme il résulte des plus récents travaux que les dislocations de la région (voir Leenhardt, Kilian, etc.) se sont prolongées avec plus ou moins d'intensité durant presque toute la période tertiaire, il ne resterait plus qu'à déterminer si l'absorption a commencé avant, pendant ou après le miocène. De toutes façons, les observations ci-dessus permettent de présumer que le creusement des collecteurs souterrains et la *genèse* de la fontaine de Vaucluse sont antérieurs au pléistocène, tout au moins d'âge pliocène, sinon de la fin du miocène. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, devenue vacante par le décès de M. *de Jonquières*, présente la liste suivante :

En première ligne	MM. **Alfred Picard.**
En deuxième ligne, par ordre alphabétique	**Léon Labbé.** **Jules Tannery.**
En troisième ligne, par ordre alphabétique. . . .	**N. Gréhant.** **J. Vallot.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 janvier 1902.

(Suite.)

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur : É. Mascart. 45e année, n° 1, mercredi 1er janvier 1902. 1 feuille in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; t. XIII, n° 155, 15 décembre 1901. Paris, Paul Dupont, 1901; 1 fasc. in-8°.

La Géographie : Bulletin de la Société de Géographie; année 1902, n° 1. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie; t. LIV, n° 1, 17 janvier 1902. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par le Corps enseignant de l'École d'Alfort; 8e série, t. IX, n° 1, 15 janvier 1902. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Revue bryologique : Bulletin bimestriel, consacré à l'étude des Mousses et des Hépatiques; 29e année, 1902, n° 1. Th. Husnot, Cahan, par Atis (Orne); 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Chimie pure et appliquée. Directeur : George-F. Jaubert; 4e année, t. V, n° 1, 12 janvier 1902. Paris; 1 fasc. in-4°.

Journal du Ciel : Bulletin de la Société d'Astronomie, notions populaires d'Astronomie pratique. Directeur : Joseph Vinot; 3e série, nos 1349-1350, février-mars 1902. Paris; 1 fasc. in-8°.

Geological map of Iceland, by Th. Thoroddsen, surveyed in the years 1881-1898. Edited by the Carlsberg fund, 1901, scale $\frac{1}{600000}$. Copenhague; 2 feuilles petit-colombier. (Présenté par M. de Lapparent.)

Hourly means of the reading obtained from the self-recording instruments at the five observations unter the Meteorological Council 1898; official n° 151. Londres, 1901; 1 vol. in-8°.

Report of the eighth meeting of the « Australasian Association for the advencement of Science », held at Melbourne, Victoria, 1900; edited by T.-S. Hall. Melbourne, 1900; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the United States fish Commission; Vol. XIX, for 1899. Washington, 1901; 1 vol. in-4°.

Transactions of the Academy of Science of Saint-Louis; Vol. X, nos 9-11; Vol. XI, nos 1-5. Saint-Louis, 1900-1901; 8 fasc. in-8°.

The Journal of the Franklin Institute, devoted to science and the mechanic arts: 77th year, Vol. CLIII, n° 1, january 1902. Philadelphie; 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 FÉVRIER 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle synthèse de l'acide formique.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons indiqué précédemment [1] que les hydrures de potassium et de sodium légèrement chauffés réagissent sur le gaz acide carbonique avec mise en liberté de carbone. La réaction produite avec l'hydrure de potassium, lorsque ce dernier est sous forme d'une masse légère de cristaux enchevêtrés, dégage même une quantité de chaleur suffisante pour porter l'hydrure à l'incandescence.

» Il nous est arrivé aussi, en transvasant de l'hydrure de sodium, d'avoir fait tomber à la température ordinaire un jet d'acide carbonique sur cet hydrure et de l'avoir vu s'enflammer de suite. Cette combustion spontanée d'un hydrure alcalin dans l'acide carbonique méritait d'être étudiée de plus près.

» *Action de l'acide carbonique sec sur l'hydrure de potassium.* — Nous commençons par préparer l'hydrure de potassium en prenant les précautions nécessaires pour obtenir un produit blanc et bien cristallisé [2]. Lorsque le tube de verre renferme environ 1^{dg} d'hydrure volatilisé sur une longueur de 10^{cm} à 12^{cm}, nous le laissons refroidir dans le courant d'hydrogène pur. Lorsqu'il est tout à fait froid, nous enlevons les nacelles qui renferment l'excès de métal alcalin; nous arrêtons le courant d'hydrogène et nous faisons traverser le même tube par un courant rapide

---

(1) H. Moissan, *Préparation et propriétés de l'hydrure de potassium* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 18) et *Hydrure de sodium* (même Recueil, p. 71; 1902).

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 19.

d'acide carbonique pur et sec. L'hydrure change aussitôt de couleur en même temps que sa température s'élève. Dans les parties les plus épaisses, la surface de l'hydrure devient presque noire, tandis que le restant de ce composé prend une teinte marron plus ou moins foncée. Il faut même avoir soin, si la température de la réaction s'élève trop, de refroidir en augmentant la vitesse du courant d'acide carbonique, ou bien en entourant le tube d'un linge mouillé. Lorsque cette première absorption est complète, on termine la réaction en chauffant légèrement, avec une lampe à alcool, les portions d'hydrure qui ont échappé à la combinaison.

» Si cette décomposition est faite en présence de l'air, aussitôt qu'elle est commencée en un point, l'oxygène intervient, brûle le produit formé et, par la chaleur dégagée, détruit immédiatement l'excès d'hydrure avec mise en liberté d'hydrogène et de potassium qui s'enflamment.

» Cette action de l'acide carbonique sur l'hydrure de potassium ne se produit pas à — 80°. Elle ne commence que vers 15°, et si l'on chauffe brusquement à 450°, elle fournit des produits de polymérisation indiquant que le premier composé formé ne peut pas subsister à cette température.

» Nous ajouterons que nous avons varié la forme de cette expérience, et qu'en chauffant à 225°, en tubes scellés, de l'hydrure de potassium et du gaz acide carbonique, l'absorption de ce dernier est totale après 5 heures de chauffe. Lorsque le tube est vide d'acide carbonique, une petite quantité d'hydrure se dissocie.

» Si l'on recueille maintenant le composé obtenu par l'action d'un excès d'acide carbonique sur l'hydrure de potassium, on reconnaît que ce corps est soluble dans l'eau, et qu'il présente tous les caractères d'un formiate alcalin. En effet, la solution étendue, additionnée d'un cinquième de son poids d'acide sulfurique, est distillée de façon à recueillir la moitié du volume du liquide. On ajoute au liquide restant une même quantité d'eau, puis on recommence trois fois cette distillation.

» Le liquide distillé possède une réaction acide très nette. Il réduit une solution de bichlorure de mercure, avec formation de calomel. Il précipite une solution d'acétate de plomb, et le sel formé est beaucoup plus soluble à l'ébullition qu'à la température ordinaire.

» Le liquide distillé précipite immédiatement les sels d'argent et les réduit même à l'obscurité. Il décompose une solution de chlorure d'or à l'ébullition avec précipitation du métal. Il réduit une solution de permanganate de potassium à froid.

» Enfin cette solution, additionnée de carbonate de plomb, portée à l'ébullition puis filtrée à chaud, fournit, par refroidissement, une abondante cristallisation d'aiguilles brillantes. Une petite quantité de ces cristaux chauffés dans un tube de verre avec un excès d'acide sulfurique est décomposée sans noircir, et il se dégage un gaz qui brûle avec une flamme bleue caractéristique. Ce gaz est de l'oxyde de carbone, car il ne se combine pas à une solution de potasse; il est absorbé par le sous-chlorure de cuivre en solution chlorhydrique; enfin, brûlé par l'oxygène dans l'eudiomètre, il fournit son volume d'acide carbonique.

» Les aiguilles cristallines que nous avons recueillies présentent donc bien les caractères du formiate de plomb. Elles en ont du reste la composition, car leur analyse nous a donné les chiffres suivants [1] :

	1.	2.	Théorie.
Carbone..........	7,69	7,50	8,10
Hydrogène........	0,77	0,74	0,7
Plomb............	69,40	69,70	69,50

» Nous pouvons donc conclure que l'acide carbonique réagit à la température ordinaire sur l'hydrure de potassium pour donner du formiate de potassium

$$CO^2 + KH = HCO^2K.$$

» Cette réaction est d'autant plus intéressante que l'on sait que l'acide formique chauffé à $+160°$ se dédouble en acide carbonique et hydrogène.

» *Action de l'oxyde de carbone sur l'hydrure de potassium.* — Si nous portons à la température de $+150°$ un tube scellé rempli d'oxyde de carbone et contenant de l'hydrure de potassium, on voit, après 2 heures de chauffe, l'hydrure prendre une légère teinte jaune. Si l'on ouvre alors le tube sur la cuve à mercure, on reconnaît que le volume n'a diminué que de 3^{cm^3}, soit $\frac{1}{8}$ du volume total. Si l'on répète la même expérience pendant un temps plus long, la coloration de l'hydrure augmente, mais la combinaison est toujours très lente à se produire, car la transformation superficielle des cristaux limite de plus en plus la réaction. Il en est de même à la température de $+210°$. Pour que la réaction se produise plus rapidement, il faut atteindre la température même de formation de l'hydrure de potassium, c'est-à-dire environ $+350°$. Nous avons

---

(1) Le plomb a été dosé à l'état de sulfate de plomb.

donné à cette expérience la forme suivante. On fait passer dans la partie horizontale d'une cloche courbe une petite nacelle contenant des fils brillants de potassium. La cloche est aussitôt remplie d'hydrogène pur et sec, puis portée sur la cuve à mercure où l'on enlève les $\frac{2}{3}$ de l'hydrogène pour les remplacer par de l'oxyde de carbone. On chauffe ensuite la partie courbe avec précaution, de façon à produire de l'hydrure de potassium et en 30 ou 40 minutes l'absorption du mélange gazeux est presque complète. Nous faisons enfin arriver dans la cloche une nouvelle quantité d'un mélange de 1^{vol} d'hydrogène et de 2^{vol} d'oxyde de carbone. Il est facile en 2 heures de faire absorber ainsi 200^{cm^3} à 250^{cm^3} de gaz.

» Lorsque l'expérience est terminée, on laisse refroidir la cloche courbe, on enlève le mercure, puis on retire la nacelle, et l'on voit qu'au-dessus du métal alcalin il s'est formé un mélange de carbone et d'aiguilles cristallines renfermant plus ou moins d'hydrure de potassium. En reprenant par l'eau le résidu, puis en filtrant, on obtient un liquide qui présente tous les caractères mentionnés plus haut du formiate de potassium. Ce liquide ne renferme pas d'oxalate.

» Cette formation de formiate alcalin est toujours accompagnée d'un dépôt de charbon. Elle est représentée par l'égalité suivante :

$$2CO + KH = HCO^2K + C.$$

» Ces expériences ont pu être répétées avec l'hydrure de sodium ; elles nous démontrent que les hydrures alcalins peuvent s'unir directement à l'acide carbonique, même à froid, pour produire des formiates. Elles fournissent donc une méthode nouvelle de synthèse de l'acide formique qui vient s'ajouter à celles que l'on connaissait déjà et, en particulier, à la fixation remarquable de l'oxyde de carbone par la potasse, indiquée dès 1855 par M. Berthelot (¹). »

(¹) Berthelot, *Transformation de l'oxyde de carbone en acide formique* (*Comptes rendus*, t. XLI, 1855, p. 355, et *Annales de Chim. et de Phys.*, 3ᵉ série, t. XLVI, p. 477).

MÉCANIQUE. — *Sur certains cas d'adhérence d'un liquide visqueux aux solides qu'il baigne.* Note de M. P. **Duhem**.

« Dans une précédente Communication ([1]), nous avons indiqué les conditions qui doivent être vérifiées en tout point de la surface de contact d'un solide et d'un fluide, lorsque le fluide adhère au solide. Si le fluide est incompressible et s'il a partout la même température, ces conditions entraînent les suivantes, vérifiées en tout point de la surface de contact :

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{lll} \dfrac{\partial u}{\partial x} = 0, & \dfrac{\partial v}{\partial y} = 0, & \dfrac{\partial w}{\partial z} = 0, \\ \dfrac{\partial w}{\partial y} + \dfrac{\partial v}{\partial z} = 0, & \dfrac{\partial u}{\partial z} + \dfrac{\partial w}{\partial x} = 0, & \dfrac{\partial v}{\partial x} + \dfrac{\partial u}{\partial y} = 0, \\ \dfrac{\partial w}{\partial y} - \dfrac{\partial v}{\partial z} = 2\Omega_x, & \dfrac{\partial u}{\partial z} - \dfrac{\partial w}{\partial x} = 2\Omega_y, & \dfrac{\partial v}{\partial x} - \dfrac{\partial u}{\partial y} = 2\Omega_z, \end{array}\right.$$

Ω_x, Ω_y, Ω_z étant les composantes de la rotation instantanée du solide. Si le solide est immobile ou s'il est animé d'un simple mouvement de translation, on a, en tout point de la surface,

$$(2)\quad \frac{\partial u}{\partial x},\ \frac{\partial u}{\partial y},\ \frac{\partial u}{\partial z},\ \frac{\partial v}{\partial x},\ \frac{\partial v}{\partial y},\ \frac{\partial v}{\partial z},\ \frac{\partial w}{\partial x},\ \frac{\partial w}{\partial y},\ \frac{\partial w}{\partial z} = 0.$$

» Moyennant ces conditions, on peut aborder la question suivante : Un cylindre indéfini, de section quelconque, de génératrices parallèles à Oz, est animé, dans la direction Ox, d'une translation uniforme de vitesse U; il est baigné par un fluide dont la vitesse en tout point, indépendante de z, est parallèle au plan des $x, y (w = 0)$. Le régime du fluide est permanent lorsqu'on le rapporte à des axes liés au cylindre, en sorte que l'on a

$$u = u(x - Ut, y), \qquad v = v(x - Ut, y).$$

Si l est la distance d'un point du plan des (x, y) à l'origine,

$$(3)\quad lu,\quad lv,\quad l^2\frac{\partial u}{\partial x},\quad l^2\frac{\partial u}{\partial y},\quad l^2\frac{\partial v}{\partial x},\quad l^2\frac{\partial v}{\partial y}$$

ne croissent pas au delà de toute limite lorsque l croît au delà de toute

([1]) *Sur les conditions aux limites en Hydrodynamique* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 149, 20 janvier 1902).

limite. Nous allons montrer qu'un tel régime est impossible si le liquide, incompressible et de température uniforme, adhère au solide.

» Les équations du mouvement du fluide sont

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial \Lambda}{\partial x} + (u - \mathrm{U})\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\mu}{\rho}\Delta u = 0,\\ &\frac{\partial \Lambda}{\partial y} + (u - \mathrm{U})\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\mu}{\rho}\Delta v = 0,\end{aligned}\right.$$

tandis que l'équation de continuité $\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$ nous enseigne qu'il existe une fonction $\varphi(x - \mathrm{U}t, y)$ telle que $u = \frac{\partial \varphi}{\partial y}$, $v = -\frac{\partial \varphi}{\partial x}$.

» Les équations (4) donnent

$$(5)\qquad \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} - \mathrm{U}\right)\frac{\partial}{\partial x}\Delta\varphi - \frac{\partial \varphi}{\partial x}\frac{\partial}{\partial y}\Delta\varphi - \frac{\mu}{\rho}\Delta\Delta\varphi = 0.$$

» Soit σ l'aire comprise entre le contour L de la section du cylindre et la circonférence λ d'un cercle de rayon l, suffisamment grand, ayant l'origine pour centre. L'égalité (5) donne

$$(6)\qquad \int_\sigma \Delta\varphi\left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} - \mathrm{U}\right)\frac{\partial}{\partial x}\Delta\varphi - \frac{\partial \varphi}{\partial x}\frac{\partial}{\partial y}\Delta\varphi\right]d\sigma - \frac{\mu}{\rho}\int_\sigma \Delta\varphi\,\Delta\Delta\varphi\,d\sigma = 0.$$

» Si α, β sont les cosinus directeurs d'une normale n_i, au contour L ou au contour λ, dirigée vers l'intérieur de l'aire σ, l'égalité (6) se transforme sans peine en

$$(7)\qquad \left\{\begin{aligned} &\left[\left(\frac{\partial\,\Delta\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\,\Delta\varphi}{\partial y}\right)^2\right]d\sigma\\ &= \int_{\mathrm{L}} \Delta\varphi\left\{\frac{\Delta\varphi}{2}\left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} - \mathrm{U}\right)\alpha - \frac{\partial \varphi}{\partial x}\beta\right] - \frac{\mu}{\rho}\frac{\partial\,\Delta\varphi}{\partial n_i}\right\}d\mathrm{L}\\ &\quad + \int_\lambda \Delta\varphi\left\{\frac{\Delta\varphi}{2}\left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} - \mathrm{U}\right)\alpha - \frac{\partial \varphi}{\partial x}\beta\right] - \frac{\mu}{\rho}\frac{\partial\,\Delta\varphi}{\partial n_i}\right\}d\lambda.\end{aligned}\right.$$

» Au second membre de l'égalité (7), la première intégrale est nulle en vertu des conditions (2); la seconde, en vertu des conditions (3), tend vers 0 lorsque l croît au delà de toute limite; il en est donc de même du premier membre, ce qui exige que l'on ait, en tout point de l'aire σ, $\frac{\partial\,\Delta\varphi}{\partial x} = 0$, $\frac{\partial\,\Delta\varphi}{\partial y} = 0$; comme les égalités (2) donnent, en tout point du contour L, $\Delta\varphi = 0$, cette égalité doit avoir lieu dans tout le fluide. La démon-

stration s'achève alors sans peine et prouve que l'on devrait avoir, dans tout le fluide, $u = 0$, $v = 0$, ce qui est impossible si l'on n'a pas $U = 0$.

» Une semblable impossibilité avait été rencontrée par M. Stokes ([1]) dans le cas où le cylindre est à section circulaire; sa démonstration ne faisait pas appel à la condition que le vecteur p_x, p_y, p_z rencontre normalement la surface d'adhérence; peut-être laisse-t-elle place au doute.

» La méthode qui vient d'être indiquée permet d'établir la proposition suivante :

» *Un liquide, de hauteur et de profondeur infinies, coule dans un lit dont les parois cylindriques ont leurs génératrices parallèles à* O*z*; *la vitesse, indépendante de* z, *est toujours parallèle au plan des* (x, y); *le lit s'élargit infiniment, en amont et en aval, de telle sorte que les conditions* (3) *soient vérifiées. Si le liquide adhère au solide, il ne peut présenter aucun régime permanent autre que l'équilibre.* »

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations sur les plis de la craie phosphatée dans la Somme.* Note de M. J. GOSSELET.

« En 1896, j'ai signalé que, à Etaves, au nord-est de Saint-Quentin, les couches de la craie phosphatée sont fortement inclinées, comme le sont les couches primaires de l'Ardenne ou les couches secondaires et tertiaires des Alpes. Une telle inclinaison des couches au milieu du bassin de Paris pouvait n'être qu'un accident local.

» Mais depuis j'ai revu le même fait à Hargicourt, au nord-ouest de Saint-Quentin. La craie phosphatée y montre un pli complètement renversé, de manière que les couches inférieures viennent recouvrir les couches supérieures.

» Il y a quelques mois, j'ai revu les couches d'Etaves dans des conditions différentes. Le pli y est peut-être encore plus évident; mais il est sur le point de disparaître, par suite des progrès de l'exploitation.

» En outre, j'ai retrouvé deux nouveaux cas de plis dans des localités beaucoup plus éloignées. L'un d'eux, à Éclusier, entre Péronne et Albert, m'avait été signalé par M. de Mercey; les couches de craie phosphatée

---

(1) STOKES, *Transactions of the Cambridge philosophical Society*, vol. IX; 1850. *Mathematical and physical Papers*, vol. III, p. 62. *Collection de Mémoires publiés par la Société française de Physique*, t. V, p. 344.

y ont encore été relevées de manière à dépasser la verticale et à se recourber sur des couches plus récentes. L'autre, situé à Crécy en Ponthieu, se borne à un simple relèvement du fond, au milieu de la cuvette de craie phosphatée.

» Ces divers plis n'ont pas une amplitude de plus d'une dizaine de mètres; ils ne peuvent donc pas se comparer aux grands plis géotectoniques. Mais ils ne sont pas non plus le résultat d'un accident purement local, puisqu'on les retrouve tout le long de la zone de craie phosphatée depuis Etaves jusqu'à Crécy, au nord du synclinal de la Somme signalé depuis longtemps par Hébert. Ils font probablement partie de ce grand synclinal qui doit avoir été pour quelque chose dans la formation de la craie phosphatée de l'assise à *Belemnites quadratus*.

» Il est, en effet, remarquable que les dépôts de craie phosphatée de ce niveau dans le bassin de Paris sont limités à deux zones qui suivent à une certaine distance la vallée de la Somme; l'une au nord par Etaves, Roisel, Péronne, Doullens, Auxi-le-Château, Crécy; l'autre au sud, par Breteuil et Airaines.

» L'assise à *Belemnites quadratus* a couvert tout le synclinal. Elle en a été enlevée par ravinement avant le dépôt des terrains tertiaires. Il n'en est plus resté que quelques témoins sur les bords mêmes du synclinal, là où s'était déposée de la craie phosphatée.

» Le plissement des couches de craie phosphatée s'est fait pendant la durée du dépôt de la craie à *Belemnite*, car de la craie blanche parfaitement horizontale repose en stratification discordante sur les plis de la craie phosphatée.

» A Marcheville, près de Crécy, il y a au milieu de la carrière un petit pli anticlinal qui subdivise en deux parties la cuvette de craie phosphatée. Ces deux parties ont été remplies d'une manière différente, et dans l'une d'elles les couches de craie phosphatée vont buter contre le petit anticlinal. Celui-ci est donc antérieur au dépôt de craie phosphatée.

» Il est même probable que les cuvettes dans lesquelles s'est déposée la craie phosphatée sont déjà le résultat des légers plissements de la craie sous-jacente.

» Ces faits sont une confirmation des idées de M. Marcel Bertrand sur la formation lente et progressive des plis au sein d'un bassin géologique. »

M. Albert Gaudry, en présentant à l'Académie un Travail sur la comparaison des dents de l'Homme et des Singes anthropomorphes, s'exprime ainsi :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une seconde Note *Sur la similitude des dents de l'Homme et de quelques animaux*. Il n'est pas toujours facile de reconnaître si des dents isolées appartiennent à l'Homme ou à un Singe anthropomorphe. Mais on peut remarquer que l'Homme a la face droite; il n'a pas de museau, par conséquent ses mâchoires ont subi un raccourcissement. Ce raccourcissement est nécessairement en rapport avec celui des dents. Pour les arrière-molaires, le changement se produit surtout sur l'un des denticules; aux arrière-molaires supérieures, qui ont quatre denticules, il affecte le quatrième denticule; aux arrière-molaires inférieures, qui ont cinq denticules, il affecte le cinquième denticule. J'ai déjà montré les mutations des molaires supérieures. Je montre aujourd'hui les différences des molaires inférieures.

» Chez l'*Oreopithecus*, les trois arrière-molaires inférieures ont un troisième lobe formé par un cinquième et parfois par un sixième denticule.

» Chez le *Dryopithecus*, les dents sont moins allongées; il n'y a pas de trace de sixième denticule; mais, dans les trois arrière-molaires, le cinquième denticule est bien développé sur le côté externe. Il en est de même chez le *Pliopithecus*, l'Orang-Outan et le Gorille; d'ailleurs la forme des denticules est très différente chez ces deux derniers; ils sont surbaissés, écrasés chez l'Orang et au contraire élevés chez le Gorille.

» Chez le Gibbon, le cinquième denticule se porte au milieu, en arrière du second lobe, à la première arrière-molaire.

» Chez le Chimpanzé, cela se produit sur toutes les arrière-molaires.

» Chez l'Australien, il en est de même; mais en outre le cinquième denticule s'encastre entre les deux denticules du second lobe des trois arrière-molaires, de sorte que ces dents sont raccourcies; il n'y a plus de vestige de troisième lobe.

» Chez le Nègre, le cinquième denticule disparaît sur la seconde arrière-molaire.

» Chez l'Homme blanc (Français), il n'existe plus, en général, qu'à la première arrière-molaire, où l'on peut le discerner avec un peu de soin.

» Ainsi, les moindres changements ont une signification dans l'histoire

de la nature. Lorsqu'un denticule diminue, s'intercale entre les autres, la dent diminue de longueur ; selon que le changement porte sur une dent, ou sur deux ou sur trois, le raccourcissement est plus fort. Les mâchoires ne forment plus saillie en avant, la face est droite; la bouche n'est pas faite seulement pour manger, elle est faite pour proférer ces belles paroles qui sont l'expression de la pensée humaine.

» J'adresse mes remercîments à mes éminents confrères M. Filhol, M. Hamy et à M. Verneau, qui m'ont communiqué de nombreuses pièces de leurs collections. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre en remplacement de feu M. *de Jonquières*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 73,

M. Alfred Picard obtient	31 suffrages
M. Léon Labbé »	28 »
M. Jules Tannery »	12 »
M. Gréhant »	1 »
M. le prince Roland Bonaparte.	1 »

Aucun candidat n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un deuxième tour de scrutin.

Le nombre des votants étant encore 73,

M. Picard obtient	40 suffrages
M. Labbé »	32 »
M. Tannery »	1 »

M. Alfred Picard, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brünner de* $0^m,16$) *pendant le second trimestre de* 1901. Note de M. J. GUILLAUME, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, dont l'explication a été donnée page 90 du Tome CXXXIII des *Comptes rendus*.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
Avril 1901. — 0,96					
20	1	20,0	−7°		3
	24 j.		−7°,0	»	
Mai 1901. — 0,48					
1	2	4,0		+5°	2
5	2	10,0	−5°		4
20-31	13	25,2		+9	598
26	1	27,4	−52		2
	25 j.		−28°,5	+7°,0	
Juin 1901. — 0,58					
3	1	2,9		+28°	5
15-26	9	20,9		+10	73
22-26	4	21,2	−19°		39
	24 j.		−19°,0	+19°,0	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1901.	Sud 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Nord Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril...	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	1	3
Mai....	1	»	»	»	1	2	2	2	»	»	»	»	4	606
Juin....	»	»	»	1	»	1	2	1	»	1	»	»	3	117
Totaux..	1	»	»	1	2	4	4	3	»	1	»	»	8	726

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1901.	Sud 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Nord Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril....	9	»	1	1	4	15	5	2	»	2	1	»	20	4,7
Mai......	10	»	1	»	2	13	7	2	1	2	1	1	20	5,9
Juin......	6	»	2	1	2	11	8	4	»	1	1	2	19	5,0
Totaux..	25	»	4	2	8	39	20	8	1	5	3	3	59	15,6

» Il y a eu 73 jours d'observation dans ce trimestre, et les principaux faits qui en résultent sont les suivants :

« *Taches.* — Après une période presque tout à fait calme qui a commencé vers le milieu du mois de mars (le 11), un beau groupe de taches a traversé le disque solaire du 18 au 31 mai à la latitude moyenne de $+9°$, en subissant de rapides et profonds changements; il a atteint son plus grand développement le 22 (surface réduite, $\frac{800}{1000000}$) et à son passage au méridien central il avait une étendue de 12° en longitude. Il avait considérablement diminué quand il a atteint le bord occidental du disque; néanmoins il a reparu, très réduit, au bord oriental à la rotation suivante; nous l'avons suivi du 15 au 26 juin. Il a contourné une deuxième fois le bord occidental du disque, mais on ne l'a pas revu à la troisième rotation; on ne voyait plus à l'est, le 11 juillet, que les facules qui l'accompagnaient et celles-ci ont disparu à leur tour avant que la région où elles se montraient eût atteint l'autre bord du disque solaire.

» Par suite de l'activité qui s'est manifestée dans ce groupe, l'aire totale tachée a beaucoup augmentée; on a, effectivement, $\frac{726}{1000000}$ au lieu de $\frac{130}{1000000}$.

» Le nombre des groupes de taches notés est supérieur de 3 à celui du précédent trimestre (8 au lieu de 5) et leur répartition entre les deux hémisphères est de 4 de part et d'autre, au lieu de 3 au sud et 2 au nord donnés précédemment.

» On n'a noté aucune tache dans l'hémisphère boréal durant le mois d'avril, et ce mois présente en outre cette particularité d'avoir montré un minimum plus accentué que celui de février dernier : surface tachée moindre et nombre proportionnel des jours sans taches égal à 0,96, qui est le plus élevé que nous ayons observé jusqu'ici.

» Le nombre des jours où le Soleil a été vu sans taches est un peu supérieur (49 au lieu de 44) à celui noté précédemment; mais, comme d'autre part le nombre des jours d'observation est plus élevé, il en résulte un nombre proportionnel moindre pour le présent trimestre, soit 0,67 au lieu de 0,80.

» Une petite tache s'est montrée à 52° de latitude australe le 26 mai. A ce sujet, nous avons réuni, dans le Tableau suivant, nos observations de taches notées dans les latitudes supérieures à 40°, depuis le *minimum* de 1889.

Dates.	Latitudes.	Dates.	Latitudes.
1892. Septembre 23	+ 52°	1895. Novembre 15	+ 57°
1894. Février 26	48	1896. Mars 30	+ 44
» Mars 2	− 43	» Avril 15	− 47
» » 3	− 60	» » 28	+ 44
» Avril 11	− 52	1897. Mars 25	− 42
» Décembre 7	− 51	1900. Septembre 15	+ 48
1895. Octobre 19-21	+ 41	1901. Mai 26	− 52

» *Régions d'activité.* — Les groupes de facules ont augmenté tant en nombre qu'en étendue; on a noté 59 groupes et une surface de $\frac{15,6}{1000}$ au lieu de 25 groupes et $\frac{6,4}{1000}$. Leur répartition entre les deux hémisphères est de 39 groupes au lieu de 15 au sud, et de 20 au lieu de 10 au nord. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherche des ondes hertziennes émanées du Soleil.* Note de M. CHARLES NORDMANN, présentée par M. Janssen.

« Au cours de la mission à l'observatoire du mont Blanc que M. Janssen a bien voulu me confier au mois de septembre dernier, j'ai fait diverses expériences dans le but de rechercher si le Soleil émet des ondes électromagnétiques. Il semble naturel, en effet, de supposer que cet astre, source intense de radiations lumineuses et calorifiques, doive émettre également des ondulations électriques, celles-ci étant de nature identique à la lumière et au rayonnement calorifique.

» Le choix d'une haute station était tout indiqué pour cette recherche, car il éliminait, dans la plus grande mesure possible, l'action absorbante de l'atmosphère et surtout de la vapeur d'eau sur les ondes hypothétiques qu'il s'agissait de déceler.

» Ces expériences ont été exécutées à la station des Grands-Mulets, à 3100^{m} d'altitude. Le mauvais temps m'a empêché de les reprendre dans de bonnes conditions au sommet même du mont Blanc (1).

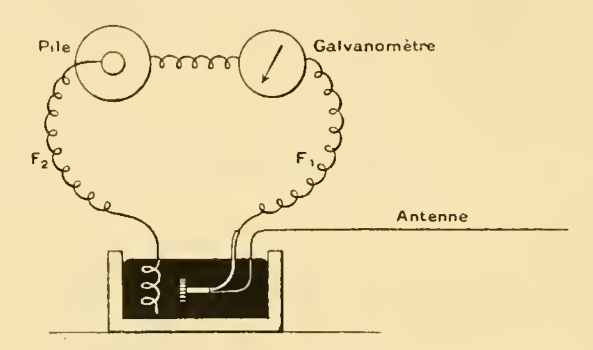
» Le récepteur d'onde était constitué par une antenne horizontale de 175^{m} de long que j'avais disposée sur le Glacier des Bossons, sur des supports isolants en bois, de façon que vers midi les rayons solaires tombassent normalement sur elle. J'avais placé cette antenne de manière à la mettre à l'abri des perturbations pouvant provenir de la ligne électrique à haut voltage de Chamonix.

» Le choix d'un glacier comme support de l'antenne était d'une très grande importance. Le glacier peut, en effet, être considéré comme un isolant à peu près parfait (ainsi qu'il résulte notamment des expériences télégraphiques exécutées ces dernières années au mont Blanc sous la direction de M. Janssen), et comme tel il est transparent aux ondes hertziennes; comme, d'autre part, l'épaisseur du glacier à l'endroit où était placée l'antenne peut être (d'après la profondeur des crevasses qui s'y trouvent) estimée à au moins 25^{m} et que les rayons solaires étaient, au moment des expériences (équinoxe d'automne), très inclinés sur la

(1) En 1896, MM. Wilsing et Scheiner ont constaté qu'en faisant tomber les rayons solaires réfléchis par un héliostat sur un fil d'acier posé sur deux fils parallèles, la résistance de ce système ne variait pas. Cette expérience demanderait à être reprise par une méthode plus sensible et plus précise.

verticale, il en résulte qu'une grave cause d'erreur possible, provenant d'une interférence entre les ondes solaires directes et les ondes réfléchies par le sol conducteur, était complètement éliminée.

» L'indicateur d'ondes employé était un radioconducteur plongé et fixé au milieu d'un récipient contenant du mercure qui constituait une enceinte opaque pour les ondes hertziennes extérieures. L'un des pôles du radioconducteur était en contact avec le mercure; l'autre, au contraire, était isolé et il en partait un fil F_1 isolé également dans son trajet à travers le mercure et qui allait fermer le circuit où se trouvaient une pile Leclanché et un galvanomètre placés à l'extérieur et réunis d'autre part avec le mercure de la cuve par un fil non isolé F_2. Le fil F_1 était lui-même



entouré d'une gaine conductrice qui formait écran électromagnétique, de sorte que le radioconducteur pouvait être considéré comme complètement à l'abri des ébranlements extérieurs. L'antenne, non isolée, allait rejoindre à travers le mercure l'un des fils du radioconducteur et dans ces conditions ne pouvait propager aucune perturbation jusqu'à lui.

» J'ai employé pour ces expériences deux radioconducteurs réglables et dont j'effectuais le réglage à l'intérieur même de l'enceinte, en plongeant mes doigts dans le mercure. L'un de ces radioconducteurs était à limaille de nickel, et d'une sensibilité telle que la simple mise en marche d'une sonnerie ordinaire munie de deux éléments Leclanché suffisait, à plus de 4^m de distance, à faire dévier la tache lumineuse du galvanomètre de plus de 100^{div} sur l'échelle placée à 1^m; l'autre, également très sensible et réglable, était constitué par 30 petites billes d'acier disposées en contact dans un tube de cristal calibré de même diamètre qu'elles. Le galvanomètre employé était du type Deprez-d'Arsonval ordinaire.

» Une fois l'appareil réglé à l'intérieur du mercure, on faisait, à l'aide d'un robinet, écouler doucement celui-ci de façon à mettre à nu le radioconducteur sur qui l'antenne pouvait alors agir.

» Dans ces conditions, les expériences répétées faites dans toute la journée du 19 septembre, par un très beau temps et un ciel sans nuage, successivement avec les deux radioconducteurs (dont je vérifiais le réglage avant et après chaque expérience) m'ont toutes conduit au même

résultat négatif, et je n'ai pas pu enregistrer d'une façon certaine la moindre déviation de la tache lumineuse sur l'échelle divisée.

» *Il en résulte que le Soleil n'émet pas de radiations électriques se propageant le long des fils et capables d'impressionner les radioconducteurs, ou que, s'il en émet, elles sont complètement absorbées par son atmosphère et les parties supérieures de l'atmosphère terrestre.*

» Ce résultat est conforme à ce qu'on pouvait prévoir; les gaz très raréfiés absorbent en effet énergiquement les ondes hertziennes, et le but de mes expériences était de rechercher si une partie des oscillations électriques qui peuvent émaner du Soleil n'échappe pas à l'absorption que doivent exercer sur elles les couches supérieures raréfiées des atmosphères solaire et terrestre ([1]). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques remarques sur les fonctions entières.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

« La Communication récente à l'Académie, par MM. E. Lindelöf et P. Boutroux, des résultats qu'ils ont obtenus au sujet des fonctions entières, m'engage à publier un peu prématurément des propriétés de nature voisine, que je comptais compléter avant de le faire.

» I. On peut, précisant un théorème de M. Hadamard, avec une démonstration presque identique, énoncer le théorème suivant :

» *Étant donné un produit canonique de facteurs primaires d'ordre* ρ *et un nombre positif arbitraire* ε, *si l'on décrit autour de chaque zéro un cercle de rayon* r_1 *fini* ($r_1 \leqq 1$ *arbitraire*), *en tout point extérieur à ces cercles, on a l'inégalité*

$$|G(z)| > e^{-r^{\rho+\varepsilon}}$$

(ε *fini aussi petit qu'on veut*).

» *La même inégalité a lieu pour une fonction entière quelconque,* ρ *désignant son ordre apparent.*

» On en déduit en particulier ce résultat :

» *Soit*

$$f(z) = A_0 + A_1 z + \ldots + A_l z^l + \ldots$$

([1]) J'ai été assisté dans ces expériences par M. F. Haberkorn, ingénieur électricien.

une fonction entière d'ordre apparent fini ρ, *et*

$$f_l(z) = A_0 + A_1 z + \ldots + A_l z^l.$$

» *On peut toujours trouver* $\eta \leq 1$ *assez petit pour que, dès que* l *dépasse une certaine limite, à toute racine de* $f_l(z)$ *de module inférieur à* $l^{\frac{1}{\rho'+\varepsilon}}$ *corresponde une racine de* $f(z)$ *comprise dans la même circonférence de rayon* η.

» Ces résultats s'étendent aux fonctions $F(z)$ ayant un point singulier essentiel de la forme $F(z) + \varphi\left(\frac{1}{z}\right)$, $f(z)$ et $\varphi(z)$ étant des fonctions entières de genre fini. $F(z)$ peut d'ailleurs se mettre sous la forme $f_1(z)\varphi_1\left(\frac{1}{z}\right)$, $f_1(z)$ et $\varphi_1(z)$ étant des fonctions entières de même ordre que f et φ respectivement. On en conclut le théorème de M. Picard généralisé pour les équations $f(z) + \varphi\left(\frac{1}{z}\right) = P(z)$, où P est un polynome, et même des extensions de théorèmes de M. Borel.

» II. Considérons les formules de récurrence de Newton

$$\begin{gathered} A_0 s_1 + A_1 = 0, \\ A_0 s_2 + A_1 s_1 + 2A_2 = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ A_0 s_m + A_1 s_{m-1} + \ldots + m A_m = 0, \end{gathered}$$

qui donnent la somme des puissances semblables des inverses des racines de l'équation

$$A_0 + A_1 x + \ldots + A_q x^q = 0.$$

» 1° *Les mêmes formules donnent pour une fonction entière d'ordre* ρ' *fini les sommes des inverses des puissances entières* $> \rho'$.

» On en conclut diverses applications dont la démonstration est simple; nous signalerons pour le moment les suivantes :

» 2° *Si* $f(x)$ *est une fonction entière donnée d'ordre apparent* m, ν *le plus grand entier* $< m$, *l'équation* $f(x) = a$ *a toujours une racine finie, sauf peut-être pour au plus* ν *valeurs de* a.

» C'est une partie d'un théorème connu de M. Picard.

» 3° *Pour que toutes les racines de l'équation* $f(x) = 0$ *soient réelles, il faut* $s'_{2m} > 0$ *dès que* $2m > \rho'$. *Pour qu'elles soient positives, il faut* $s'_m > 0$ *dès que* $m > \rho'$; *l'équation n'a alors que des variations si* $f(z)$

est de genre 0. *En particulier, si $f(x)$ est de genre* 0 *ou* 1, *on retrouve les résultats connus* $(n+1)A_{n+1}A_{n-1} < nA_n^2$.

» 4° *Si l'on multiplie $f(x)$ par $e^{\varphi(x)}$, φ étant un polynome de degré $\leqq$ l'ordre apparent de $f(x)$, les quantités $s'_m(m > \rho')$ conservent la même valeur et la même forme. Ce sont des invariants dans la transformation correspondante des coefficients de $f(x)$.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Variation de la force électromotrice et du coefficient de température de l'élément Daniell avec la concentration du sulfate de zinc.* Note de M. J. **Chaudier**, présentée par M. Mascart.

« On sait que la force électromotrice d'un élément Daniell varie avec la concentration du sulfate de zinc et la température. J'ai étudié ces variations pour des solutions de sulfate de zinc dans l'eau distillée, depuis la saturation jusqu'à zéro et pour des températures comprises entre 5° et 20°. Dans les expériences que je résume ici la solution de sulfate de cuivre est toujours saturée.

» La détermination des forces électromotrices est faite par la méthode de compensation, avec le dispositif de M. Bouty. Les forces électromotrices sont évaluées à moins de $\frac{1}{10000}$ de volt.

» L'élément Daniell est constitué par deux vases en verre contenant l'un la solution de sulfate de zinc, l'autre la solution de sulfate de cuivre; ces deux vases sont réunis par un siphon formé d'un tube de verre rempli de coton, imbibé de la solution de sulfate de zinc dans l'une des branches, de la solution de sulfate de cuivre dans l'autre. Ce dispositif m'a paru donner des résultats plus constants que les autres.

» Les valeurs de la force électromotrice à 15° et du coefficient de température pour diverses concentrations du sulfate de zinc sont inscrites dans le Tableau ci-dessous :

Sulfate de zinc pour 100 d'eau.	Force électromotrice e du Daniell à 15°.	Coefficient de température $\frac{de}{dt}$.
	volt	volt
0	1,0590	— 0,0024
$\frac{1}{12}$	1,1138	— 0,00015
$\frac{1}{6}$	1,1151	— 0,00013
$\frac{1}{2}$	1,1368	+ 0,00005
1	1,1331	+ 0,00005
2	1,1263	+ 0,0003
4	1,1249	+ 0,0003
6	1,1208	+ 0,00016

Sulfate de zinc pour 100 d'eau.	Force électromotrice e du Daniell à 15°. volt	Coefficient de température $\frac{de}{dt}$. volt
10	1,1188	— 0,00003
30	1,1054	— 0,0002
60	1,1003	»
200 (ou saturation)	1,0902	— 0,00026

» I. On en déduit les conclusions suivantes :

» 1° En partant de la saturation, la force électromotrice d'un Daniell croît quand la concentration du sulfate de zinc diminue, passe par un maximum pour une solution à $\frac{1}{2}$ pour 100, puis décroît pour des concentrations plus faibles;

» 2° Le coefficient de température, d'abord négatif, croît et s'annule pour une concentration comprise entre 7 pour 100 et 8 pour 100, ainsi que l'a indiqué Helmholtz ; mais, après avoir atteint un maximum positif, il décroît et s'annule de nouveau pour une solution de sulfate de zinc à $\frac{1}{2}$ pour 100. Au delà, il continue à décroître quand la concentration diminue;

» 3° L'élément Daniell fournit un étalon de force électromotrice indépendant de la température, quand il est constitué par une solution de sulfate de cuivre saturée et une solution de sulfate de zinc, soit à 7,5 pour 100, soit à $\frac{1}{2}$ pour 100.

» II. On peut appliquer à ces résultats expérimentaux la formule de Nernst :

$$e = \mathrm{KT}\left(\log\frac{\mathrm{P}}{p} - \log\frac{\mathrm{P}'}{p'}\right) + \mathrm{T}\frac{de}{d\mathrm{T}},$$

où P et P′ représentent les tensions de dissolution du zinc dans le sulfate de zinc et du cuivre dans le sulfate de cuivre; p représente la pression osmotique des ions-zinc et p' celle des ions-cuivre. K est une constante, T la température absolue.

» On constate que la tension de dissolution du zinc dans le sulfate de zinc décroît très rapidement dans les solutions *très étendues*.

» III. La formule de lord Kelvin

$$e = \mathrm{K'W} + \mathrm{T}\frac{de}{d\mathrm{T}},$$

où W représente la quantité de chaleur dégagée dans les réactions chi-

miques du Daniell et K′ une constante, conduit aux réactions suivantes :

» La quantité de chaleur W dégagée dans les réactions chimiques du Daniell ne varie pas toujours dans le même sens lorsqu'on fait varier la dilution ; elle décroît d'abord quand la concentration diminue; elle passe par un minimum pour une solution de sulfate de zinc à 4 pour 100, et croît ensuite lorsque la concentration tend vers zéro.

» Je me propose de rechercher si les résultats précédents sont généraux, en étudiant au même point de vue des éléments analogues au Daniell, où le sulfate de zinc sera remplacé par du sulfate de cadmium, du sulfate de fer, et le zinc par les métaux correspondants de ces sels. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'observation galvanométrique des orages lointains.* Note de M. J.-J. LANDERER, présentée par M. Janssen.

« La lecture des deux Notes que M. Tommasina a consacrées à décrire des faits nouveaux très intéressants, concernant l'auscultation électro-radiophonique des orages lointains ([1]), m'engage à soumettre à l'Académie l'exposé sommaire de faits analogues observés au cours de mes recherches poursuivies pendant plusieurs années à Tortose, en vue de connaître l'origine et les lois des courants telluriques ([2]). Il s'agit de moyens d'observation tout à fait distincts, savoir : une ligne aérienne de 288^m, faisant avec le méridien magnétique un angle de N 28° E, reliée à la terre par les tuyaux de conduite des eaux de la ville, et un galvanomètre Deprez-d'Arsonval sensible au dix-millionième d'ampère. Un téléphone était au besoin introduit dans le circuit.

» Les décharges oscillantes ont souvent pour origine les débuts de la formation des gros cumulus précurseurs de l'orage, mais plus souvent encore, l'air étant calme, la présence d'une légère couche de pallio-cirrus, s'étendant sur une certaine région du ciel, surtout au zénith de la ligne. Elles impriment à la tache lumineuse des oscillations parfois si rapides que l'œil est incapable de les suivre ; c'est une sorte de frémissement qui naît et s'arrête d'une façon brusque, en donnant à la tache une apparence estompée caractéristique, qui permet de la distinguer nettement des apparences analogues provenant des variations multiples du courant tellurique.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI et CXXXIII.

([2]) *Comptes rendus*, t. XCIII, CIII et CV.

» Lorsque la foudre éclate sur les montagnes voisines ou à proximité de la ligne, la tache éprouve une double oscillation, ou plutôt une double secousse : d'abord dans un sens, avec faible amplitude, ensuite en sens contraire, avec une grande intensité. Or, l'intervalle compris entre les deux courants induits qui s'y rapportent étant incomparablement moindre que celui que le cadre de l'instrument met pour atteindre un écart donné, il en résulte que l'effet du courant direct l'emporte de beaucoup sur l'autre; c'est pour cela que, quand on observe les petites déviations produites par un orage lointain, il est impossible de saisir celles qui procèdent du courant inverse.

» Sur la vaste plaine de Tortose, c'est un fait constant que, pour un même orage agissant seul dans le champ créé, ces petites déviations sont toutes de même sens : du nord au sud pour les orages situés à l'est du méridien, du sud au nord pour ceux situés à l'ouest. Le sens des déviations permet donc de connaître de quel côté se trouve l'inducteur orageux, ce qui devient utile surtout en plein jour, alors que la lumière de l'éclair ne se perçoit pas. Dans les mêmes circonstances, le téléphone décèle aussi, par un pétillement distinct du *cri de l'étain*, les décharges lointaines, mais sans fournir aucun indice touchant leur direction.

» L'action des orages sur le galvanomètre atteint un rayon considérable; bien que la distance maximum à laquelle il m'a été donné d'observer ces phénomènes n'ait pas dépassé 240^{km}, soit l'espace compris entre Tortose et l'île de Majorque, on est en droit de prévoir que cette action deviendrait sensible encore sur une étendue beaucoup plus vaste. On remarquera en effet que, pendant l'orage qui eut lieu sur l'île le 3 octobre 1887, les déviations observées atteignirent plus d'un millimètre de l'échelle; il est évident que des déviations dix fois plus petites seraient encore parfaitement appréciables.

» J'ajouterai, en terminant, que la seule précaution à prendre pour bien observer ces phénomènes est d'opérer à l'abri d'influences locales provoquées, comme celles qui proviendraient de réseaux télégraphiques ou téléphoniques, ou de câbles pour la lumière électrique, fonctionnant simultanément ou sans relâche, car alors il deviendrait malaisé d'en démêler les origines et d'y avoir égard. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Comparaison entre les propriétés de l'hydrogène sélénié et celles de l'hydrogène sulfuré.* Note de MM. DE **FORCRAND** et **FONZES-DIACON**.

« Les expériences que nous venons de publier sur quelques propriétés de l'hydrogène sélénié nous ont conduit naturellement à comparer les résultats de nos recherches avec les propriétés de l'hydrogène sulfuré.

» Dans le but de rendre ces comparaisons plus rigoureuses, nous avons dû reprendre plusieurs déterminations relatives à ce dernier composé.

» D'après Regnault ([1]), l'hydrogène sulfuré bout à $-61^{\circ},8$ sous la pression de 755^{mm}. Mais antérieurement Faraday ([2]) avait donné un nombre très différent, -73°, en même temps qu'il avait fixé le point de fusion à $85^{\circ},5$. Regnault a remarqué plusieurs divergences de ce genre entre ses résultats et ceux de Faraday; il les attribue à une graduation défectueuse des thermomètres du physicien anglais. D'autre part, il est certain que Regnault a donné pour le point d'ébullition de l'ammoniac une température trop basse, $-38^{\circ},1$. Il importait donc de reprendre ces déterminations avec nos thermomètres à toluène et en appliquant les méthodes que nous avons décrites ([3]).

» Nous avons trouvé ainsi, pour H^2S :

Point d'ébullition..............	-61°	$(H = 773^{mm})$
Point de fusion ([4])..............	-86°	»

» C'est donc le nombre de Regnault et non pas celui de Faraday qu'il faut prendre pour la température d'ébullition; nous adopterons $-61^{\circ},6$ pour la pression normale 760^{mm}.

([1]) *Relation des expériences*, t. II, 1862, p. 617.

([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XV, 1845, p. 270.

([3]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 171.

([4]) Pour cette expérience, nous avons ajouté la neige carbonique à du chlorure de méthyle préalablement refroidi jusqu'à -60° par l'action d'un courant d'air sec. On obtient ainsi immédiatement un mélange à -95°, température nécessaire pour solidifier brusquement l'hydrogène sulfuré, avant qu'il se réunisse en masse au fond de notre tube. Cette précaution est d'autant plus nécessaire ici que la glace d'hydrogène sulfuré est tout à fait transparente.

» Quant au point de fusion, le nombre donné par Faraday, $-85^{\circ},5$, se confond presque avec le nôtre, -86°.

» Nous avons également repris la détermination de la densité de l'hydrogène sulfuré liquide à sa température d'ébullition, cette donnée n'étant connue qu'approximativement (0,9). Nous avons obtenu 0,86, par la même méthode que celle qui nous avait donné 2,12 pour l'hydrogène sélénié.

» Il ne nous a pas paru nécessaire de reprendre les expériences classiques de Carins sur la solubilité dans l'eau de l'hydrogène sulfuré, qui paraît bien connue, non plus que celle de Regnault sur les tensions de vapeur de ce composé. Nous avons seulement calculé, par la formule de Clapeyron, la chaleur de volatilisation de H^2S, en combinant deux à deux toutes les valeurs des tensions obtenues par Regnault pour les tensions de vapeur. Les résultats obtenus sont très concordants et fournissent comme moyenne une chaleur de volatilisation moléculaire de $4^{Cal},23$.

» Les données critiques des deux gaz sont bien connues.

» Enfin, pour les tensions de dissociation de l'hydrate d'hydrogène sulfuré, nous nous sommes reportés au Travail publié il y a vingt ans par l'un de nous ([1]), en y ajoutant seulement le calcul, par la formule de Clapeyron, de la chaleur de formation de cet hydrate, à partir de H^2S gaz et de nH^2O liquide, au moyen de ces données. Ce calcul nous a donné comme moyenne $16^{Cal},34$.

» Dès lors, nous avons pu faire un certain nombre de comparaisons, résumées dans le Tableau suivant :

	H^2S.	H^2Se.
T température d'ébullition sous 760^{mm} (en degrés absolus)	$211^{\circ},4$	231°
T_c température critique	$373^{\circ},2$	410°
$\frac{T}{T_c}$	0,566	0,564
P_c pression critique	92^{atm}	91^{atm}
T' température de fusion	187°	209°
D densité liquide à la température de l'ébullition	0,86	2,12
$\frac{PM}{D}$ volume moléculaire liquide	39,53	38,11
L chaleur de volatilisation ou de liquéfaction	4230^{cal}	4740^{cal}

([1]) De Forcrand, *Comptes rendus*, t. XCIV, 1882, p. 967.

	H^2S.	H^2Se.
$\frac{L}{T}$ (relation de Trouton)	20,01	20,52 [1]
C chaleur de formation de l'hydrate	16340^{cal}	16820^{cal}
t température pour laquelle l'hydrate a une tension de 760^{mm} (en degrés absolus)	273°,35	281°
S solubilité à + 4°,00	$4^{vol},04$	$3^{vol},77$
» + 9°,65	$3^{vol},60$	$3^{vol},43$
» + 13°, 2	$3^{vol},35$	$3^{vol},31$
» + 22°, 5	$2^{vol},75$	$2^{vol},70$

» Il est à peine besoin de faire remarquer la très grande analogie de ces deux composés; le Tableau précédent le montre d'une manière frappante.

» L'identité des pressions critiques, celle des rapports $\frac{T}{T_c}$, $\frac{PM}{D}$, $\frac{L}{T}$ sont manifestes. Les deux chaleurs de formation des hydrates sont presque les mêmes, comme les deux chaleurs de volatilisation moléculaire; les nombres étaient cependant un peu plus élevés pour H^2Se, parce que T et *t* sont aussi un peu plus élevés. Les deux courbes de solubilité se confondent ou à peu près, H^2Se étant cependant un peu moins soluble.

» Les deux courbes des tensions de vapeur sont à peu près parallèles, bien que tendant à se rapprocher dans les parties supérieures, et la même observation doit être faite pour les deux courbes des tensions de dissociation de l'hydrate.

» La température critique de décomposition de l'hydrate, c'est-à-dire le point où les deux courbes de tension de vapeurs et de dissociation se rejoignent, est sensiblement la même, + 30° C., pour chacun des deux composés.

» Si, au contraire, on cherchait à comparer ces données avec celles de l'eau, on trouverait des différences notables. Ainsi, pour l'eau $\frac{PM}{D} = 18,82$, $\frac{L}{T} = 25,87$, $\frac{T}{T_c} = 0,585$, $P_c = 200^{atm}$.

» Comme conclusion générale, on peut dire que, à tous les points de vue étudiés, H^2S et H^2Se ont des propriétés aussi voisines que possible, mais très différentes de celles de H^2O.

» Nous nous proposons d'étendre ces comparaisons à l'hydrogène telluré. »

---

(1) Ce rapport, 20 environ, est bien le rapport à peu près constant que l'on trouve pour presque tous les corps dont les molécules ne contiennent pas le groupement OH et ne sont pas polymérisées.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'action du lithium-ammonium sur l'antimoine et les propriétés de l'antimoniure de lithium.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'antimoine pulvérisé, placé dans le fond d'un tube de verre, sous une couche de gaz ammoniac liquéfié, conserve son éclat et le liquide surnageant est absolument incolore. Si l'on fait tomber dans ce tube un petit fragment de lithium, on voit apparaître une belle teinte bleue, due à la formation du lithium-ammonium. Par l'agitation, cette coloration est détruite, en même temps qu'une partie de l'antimoine est transformée en un produit gris, à reflets rougeâtres, qui reste longtemps en suspension. Le lithium-ammonium réagit donc très facilement sur l'antimoine. Nous nous sommes proposé de rechercher quelle était la composition du corps qui prend naissance dans ces conditions.

» Nous avons opéré successivement en présence d'un excès d'antimoine et d'un excès de lithium.

» *Expériences avec excès d'antimoine.* — La séparation de l'antimoine pulvérisé du produit résultant de l'action du lithium-ammonium étant fort difficile, nous avons utilisé ce métalloïde sous forme de fragments. Une petite barre d'antimoine pesant $2^g,528$ a été placée dans un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités avec un fragment de lithium de $0^g,373$. Le tube a été scellé après avoir été rempli jusqu'au quart de sa hauteur environ avec de l'ammoniac liquide, à l'aide du dispositif décrit par M. Moissan ([1]). La réaction n'est plus instantanée. Elle se produit beaucoup plus lentement qu'avec la poussière d'antimoine, mais elle est néanmoins complète au bout de quelques heures : ce que l'on constate par la disparition de la coloration bleue du lithium-ammonium. Le tube est ouvert après refroidissement. On laisse l'ammoniac s'évaporer et le résidu est traité par l'eau. Il se décompose en dégageant de l'hydrogène et en produisant une masse floconneuse noire que l'on sépare facilement, par lévigation, de l'antimoine non attaqué. Ce dernier, qui s'est presque toujours brisé en plusieurs morceaux, a conservé son éclat. Nous avons retrouvé dans cette expérience $0^g,379$ de métalloïde. La quantité combinée au lithium ($0^g,373$) est donc égale à $2^g,149$. Ces nombres nous permettent d'établir la composition centésimale de l'antimoniure formé dont la formule est $SbLi^3$.

» Ce corps est donc identique à celui que nous avons obtenu par électrolyse ([2]).

([1]) H. Moissan, *Sur une nouvelle méthode de manipulation des gaz liquéfiés en tubes scellés* (*Comptes rendus,* t. CXXXIII, p. 768).

([2]) P. Lebeau, *Sur la préparation de l'antimoniure de lithium et de quelques alliages de ce métal* (*Comptes rendus,* t. CXXXIV, p. 231).

» *Expériences avec excès de lithium.* — L'action du lithium-ammonium sur l'antimoine finement pulvérisé est assez rapide pour que l'on puisse établir la composition approximative du produit formé, de la façon suivante :

» On met dans un tube refroidi à — 80° et contenant de l'ammoniac liquide un poids déterminé d'antimoine en poudre fine. On projette ensuite, dans ce tube, successivement de petits fragments de lithium de 10mg environ, dont les poids ont été préalablement déterminés. On cesse dès que le dernier morceau ajouté donne lieu à une coloration bleue permanente, ce qui nous indique la présence d'un excès de lithium sous forme de métal ammonium. On peut ainsi déterminer, à 10mg près, au maximum, la quantité de métal combiné à l'antimoine.

» Des expériences plus rigoureuses ont été faites en ajoutant en une seule fois à l'antimoine un excès de métal, que l'on éliminait ensuite par des lavages rapides à l'ammoniac liquide. Le produit était analysé après avoir enlevé, par l'action de la chaleur et du vide, le gaz ammoniac qu'il retenait. Dans tous les cas, nous avons obtenu des nombres très voisins de ceux qui expriment la composition de l'antimoniure $SbLi^3$.

» *Propriétés de l'antimoniure* $SbLi^3$. — Le composé obtenu en faisant réagir le lithium-ammonium sur l'antimoine ne paraît pas cristallisé. Il présente une coloration d'un gris brun. Il est très divisé, et, par suite, beaucoup plus altérable que l'antimoniure cristallisé préparé par électrolyse, dont il possède d'ailleurs les propriétés.

» Nous rappellerons que ce dernier se présente sous forme d'une masse fondue très cristalline, d'un gris d'ardoise. Lorsqu'il est finement pulvérisé, il présente sous le microscope une certaine transparence avec une coloration rouge brun. Il raye le spath, mais n'entame pas la fluorine. Sa densité, à 17°, est voisine de 3,2.

» Ce composé possède la propriété d'être beaucoup moins fusible que ses éléments constituants. Son point de fusion est un peu supérieur à 950°. Il ne nous a pas été possible de le déterminer d'une façon plus rigoureuse, par suite de l'attaque des récipients par ce composé dans le voisinage de sa température de fusion.

» L'antimoniure de lithium est très facilement attaqué par le chlore, le brome, l'iode, le soufre, le sélénium et le tellure. Il brûle dans l'oxygène avec une belle flamme violette.

» Nous avons chauffé l'antimoniure de lithium avec de l'arsenic dans un courant d'hydrogène; il se produit de l'arséniure de lithium fondu qui nous a fourni au contact de l'eau un dégagement d'hydrogène arsénié presque pur. La chaleur de formation de l'antimoniure de lithium serait donc inférieure à celle de l'arséniure.

» Le carbone décompose l'antimoniure de lithium, à haute température, plus facilement que l'arséniure. Cette propriété rend assez délicate la préparation de ce corps au four électrique par réduction de l'antimoniate de lithium au moyen du charbon. On obtient presque toujours une matière mélangée de charbon, de carbure de lithium et d'antimoine.

» Les hydracides gazeux, les composés oxygénés de l'azote, l'anhydride sulfureux sont décomposés avec incandescence par l'antimoniure de lithium. Au rouge, ce dernier corps décompose le gaz ammoniac, avec fixation d'azote et dégagement d'hydrogène. Le gaz ammoniac liquéfié le dissout en donnant un liquide de couleur brun rouge foncé, qui abandonne par évaporation un composé gris répondant sensiblement à la formule $SbLi^3AzH^3$.

» L'eau réagit à la température ordinaire. Il se dégage de l'hydrogène pur et il se dépose une masse floconneuse noire d'antimoine. Avec les solutions d'acide sulfurique et d'acide chlorhydrique, on obtient un gaz qui renferme un peu d'hydrogène antimonié.

» L'antimoniure de lithium est un réducteur très énergique. Il réduit la plupart des chlorures, sulfures et oxydes métalliques.

» *En résumé*, le lithium-ammonium réagit sur l'antimoine en donnant un composé ayant, comme le produit obtenu par électrolyse, la formule $SbLi^3$. Ce corps se dissout dans l'ammoniac liquide et s'y unit pour former la combinaison $SbLi^3AzH^3$. L'antimoniure de lithium est beaucoup moins fusible que ses éléments constituants. Cette particularité mérite d'être rapprochée de celle qui a été observée pour l'antimoniure d'aluminium par M. Henri Gautier. Enfin ce composé jouit de propriétés réductrices très énergiques ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide oxyisopropylhypophosphoreux.* Note de M. C. **Marie**, présentée par M. H. Moissan.

« Cet acide, préparé comme je l'ai indiqué dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 220), peut être purifié en le traitant fondu par l'éther sec, qui favorise la formation d'une partie restant liquide quand on provoque, après refroidissement, la cristallisation de la masse.

» On décante la partie liquide, et l'on répète l'opération jusqu'à ce que le point de fusion ne s'élève plus. Ainsi purifié, l'acide fond à 45°; il reste surfondu facilement et cristallise spontanément ou par un germe en donnant une masse brillante, radiée, extrêmement hygroscopique, soluble facilement dans les alcools méthylique et éthylique, l'acétone, l'éther acétique; insoluble dans le benzène, l'éther de pétrole et l'éther ordinaire. La cristallisation est accompagnée d'une forte contraction.

» A 110°-120°, ce corps se scinde en acide hypophosphoreux et acétone; en solution, il se décompose de même par l'ébullition en présence d'un acide fort. Il s'oxyde facilement par le bichlorure de mercure, ou les sels ferriques en donnant l'acide $PO^3H^3C^3H^6O$ que je décrirai prochainement. Par une ébullition prolongée avec l'acétone il redonne l'acide

$$PO^2H^3, 2C^3H^6O,$$

([1]) H. Gautier, *Sur la fusibilité des alliages métalliques* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 109).

et avec les aldéhydes, l'aldéhyde benzoïque par exemple, il donne des acides mixtes qui sont actuellement à l'étude.

» *Sels.* — J'ai préparé les sels de cobalt, nickel, cuivre et argent, pour comparer leur stabilité avec celle des hypophosphites correspondants. Ces sels s'obtiennent par les procédés ordinaires ; ils sont tous très solubles et précipitent plus ou moins complètement par l'alcool.

» *Sel de cobalt* $(C^3H^6O\,PO^2H^2)^2Co, 4H^2O$. — Sel rose en houppes soyeuses; il perd son eau à 100° en devenant bleu.

» *Sel de nickel* $(C^3H^6O\,PO^2H^2)^2Ni, 4H^2O$. — Sel vert pâle, plus soluble que le précédent dans les mélanges d'eau et d'alcool ; il perd son eau à 100° en devenant jaune pâle et peut être chauffé à 200° sans décomposition; je rappellerai que l'hypophosphite de nickel en solution aqueuse se décompose à 100° en donnant du nickel et de l'hydrogène.

» *Sel de cuivre* $(C^3H^6O\,PO^2H^2)^2Cu, H^2O$. — Sa solution peut être évaporée à 50° sans décomposition, mais il vaut mieux la précipiter par l'alcool. Le sel ainsi obtenu est bleu pâle, très léger et stable à la température ordinaire. A 100°, dans un courant de CO^2, il se décompose sans changer de poids, de la manière suivante :

$$(C^3H^6O\,PO^2H^2)^2Cu, H^2O = C^3H^6O\,PO^3H^3 + C^3H^6O\,PO^2H^3 + Cu.$$

» L'acide $PO^3H^3C^3H^6O$ a été caractérisé par son point de fusion et l'analyse de ses sels d'argent et de plomb, $PO^2H^3C^3H^6O$ par son pouvoir réducteur et son sel de plomb soluble dans l'alcool; quant au cuivre, on a vérifié qu'il ne contenait ni phosphore, ni hydrogène, et qu'il donnait le poids d'oxyde théorique.

» Quand on reprend par l'eau bouillie le sel décomposé, tout le cuivre reste insoluble; en présence d'air, au contraire, il se redissout partiellement; on a en effet

$$2C^3H^6O\,PO^2H^3 + Cu + O = H^2O + (C^3H^6O\,PO^2H^2)^2Cu.$$

» Le sel ainsi reformé se décompose de nouveau quand on évapore la solution à 100°, si bien que, par une série d'évaporations à l'air, on transforme tout l'acide $PO^2H^3C^3H^6O$ en acide $PO^3H^3C^3H^6O$. Le sel de cuivre subit le même dédoublement avec dépôt de métal quand sa solution concentrée est chauffée au-dessus de 60° ; la température de décomposition varie d'ailleurs avec la concentration. Ces résultats sont analogues à ceux obtenus par M. Engel avec l'hypophosphite de cuivre (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 518).

» *Sel d'argent* $C^3H^6O\,PO^2H^2Ag$. — On sature par l'oxyde d'argent une solution refroidie de l'acide à 20 pour 100, puis on précipite par l'alcool. Le sel obtenu est presque incolore et nettement cristallisé. En solution aqueuse, il est très instable; même à la température ordinaire, la solution noircit, dépose de l'argent métallique et, évaporée, fournit un mélange d'acides $PO^3H^3C^3H^6O$ et $PO^2H^3C^3H^6O$, résultant d'une réaction semblable à celle donnée pour le sel de cuivre. Sec, le sel est plus stable et peut se conserver quelques jours; à 90° environ, il se décompose brusquement avec perte d'acétone et formation d'argent métallique.

» *Éthers de l'acide isopropylhypophosphoreux.* — Ils prennent naissance en petite quantité dans la décomposition de l'acide diisopropylhypophosphoreux par la

chaleur suivant la réaction

$$(C^3H^6O)^2PO^2H^2CH^3 = C^3H^6OPO^2H^2CH^3 + C^3H^6O.$$

» Cette réaction n'est pas susceptible de fournir un mode de préparation et il convient de partir du sel d'argent et des iodures.

» Les éthers méthylique et éthylique ainsi obtenus sont des liquides peu fluides à la température ordinaire; leurs points d'ébullition et de décomposition doivent être extrêmement voisins, car, soumis à la distillation, même dans le vide le plus parfait, ils se décomposent presque totalement; l'analyse et les propriétés du peu de produit distillé permettent néanmoins de voir qu'ils sont volatils. J'ai déterminé l'indice et la densité de ces corps (pour l'éther méthylique $n_D^{16} = 1,462$, $d_{16} = 1,212$); je renverrai pour mes résultats définitifs à un Travail ultérieur sur le pouvoir réfringent moléculaire du phosphore dans ces composés.

» *En résumé*, l'étude de cet acide et de ses dérivés montre que c'est un acide monobasique auquel, par analogie avec l'acide oxybenzylhypophosphoreux de M. Ville (*Comptes rendus*, t. CX, p. 348), on est conduit à attribuer la formule de constitution suivante :

$$\begin{matrix} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{matrix} C \begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown PO \begin{matrix} H \\ \diagdown OH \end{matrix} \end{matrix}. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrolyse de l'uréthane pyromucique.* Note de M. R. **Marquis**, présentée par M. H. Moissan.

« Un récent Travail de M. Robert Leimbach, publié dans le *Journal für praktische Chemie* du mois de janvier 1902, ayant pour objet l'application de la méthode de Curtius à la synthèse de la furfuranamine, me fournit l'occasion d'exposer en peu de mots les essais que j'ai dirigés, il y a quelque temps déjà, dans la même voie, sans beaucoup plus de bonheur, d'ailleurs, que M. Leimbach.

» Je rappellerai tout d'abord que cette voie a été indiquée par M. Freundler ([1]), qui a préparé l'hydrazide et l'azide pyromucique, et a constaté la formation de produits de condensation rouges dans l'action de l'acide chlorhydrique dilué sur le produit de l'action de l'alcool sur l'azide.

» Je rappellerai aussi que, bien avant la publication du Travail de

---

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XVII, p. 423.

M. Leimbach, j'avais annoncé mon intention de reprendre la question de l'hydrolyse de l'uréthane pyromucique (¹).

» Les essais ont porté sur les uréthanes méthylique et éthylique.

» Le premier a été préparé en soumettant à l'ébullition une dissolution d'azide pyromucique dans l'alcool méthylique absolu; le dégagement d'azote est très lent; quand il est terminé, l'alcool est distillé, et le résidu sirupeux repris par l'éther anhydre, qui laisse insoluble une résine jaune. La solution éthérée est distillée, au bain-marie d'abord, puis à feu nu, dans le vide. La majeure partie du produit passe à 145° sous 50^{mm} et se prend en masse cristalline du jour au lendemain. Les cristaux fondaient mal vers 51°.

» Quant à l'uréthane éthylique, je l'ai préparé en traitant l'azide par l'alcool absolu, à la température de l'ébullition d'abord, et finalement à la température du bain-marie bouillant, en matras scellés; l'alcool était ensuite distillé et le résidu visqueux employé tel quel.

» L'hydrolyse acide de l'uréthane ne donnant lieu qu'à des produits de condensation, j'ai essayé l'hydrolyse alcaline.

» A cet effet, l'uréthane était mélangé avec environ quatre fois son poids de chaux éteinte et le tout soumis à la distillation dans le vide, dans une cornue de cuivre. Il passe un liquide aqueux accompagné de produits goudronneux insolubles; la distillation terminée, le distillat a été épuisé à l'éther, après qu'on l'eût saturé de NaCl, dans le but de favoriser la séparation des produits peu solubles; l'extrait éthéré fut séché sur du carbonate de potassium, puis distillé; le résidu fut ensuite redissous dans une solution d'acide oxalique et débarrassé, par une agitation à l'éther, de toutes les impuretés non basiques; la liqueur acide fut enfin saturée de potasse et épuisée de nouveau à l'éther; ce dernier extrait, séché et évaporé, abandonna des cristaux bruns dont la quantité était assez faible. Ces cristaux furent purifiés par distillation; le produit passant entre 179° et 183° (à la pression ordinaire) se prit, par refroidissement, en une masse cristallisée, parfaitement incolore, fondant à 46°.

» L'analyse de ce composé a donné les chiffres suivants : C, 41,08; H, 8,58; Az, 15,17, tout à fait différents de ceux exigés par la furfuranamine (C, 57,83; H, 6,02; Az, 16,86). J'ai d'ailleurs reconnu que ce corps n'est pas une base; il ne donne aucune combinaison, ni avec le chlorure de platine, ni avec l'iodure de méthyle. En revanche, il paraît donner une combinaison avec la phénylhydrazine; en solution acétique, j'ai pu isoler une très faible quantité d'un composé fondant à 164°-165°.

» Le défaut de matière m'a empêché de poursuivre ces recherches, que j'espère pouvoir reprendre. »

(¹) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XXIII, p. 33.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide nitrique sur les vératrols trichloré et tribromé.* Note de M. H. Cousin, présentée par M. H. Moissan.

« Dans diverses Notes insérées aux *Comptes rendus* [1] j'ai étudié l'action de l'acide nitrique sur un certain nombre de dérivés halogénés des éthers monométhylique et diméthylique de la pyrocatéchine. J'ai complété cette étude en faisant réagir l'acide nitrique sur les vératrols trichloré et tribromé. J'exposerai brièvement les résultats obtenus.

» 1° *Vératrol trichloré* $C^6HCl^3 - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3}$. — L'acide nitrique ordinaire ne réagit pas sur le vératrol trichloré : les deux corps mis en contact à froid ou à chaud ne donnent lieu à aucune réaction. Il n'en est pas de même quand on remplace l'acide ordinaire par l'acide nitrique fumant : celui-ci attaque vivement le vératrol trichloré. 10^g de vératrol trichloré sont triturés avec 50^g d'acide nitrique fumant; il y a un dégagement abondant de vapeurs rutilantes et le mélange se colore en rouge. Au bout de quelques minutes et quand l'attaque paraît terminée, j'ajoute de l'eau qui précipite des flocons jaunâtres; le précipité est recueilli, lavé à l'eau et purifié par plusieurs cristallisations à chaud dans l'alcool à 90°. Finalement j'obtiens de longues aiguilles blanches, soyeuses, qui, examinées au microscope, paraissent formées de prismes aplatis. Ces cristaux sont complètement insolubles dans l'eau, très solubles dans l'alcool absolu, peu solubles dans l'alcool à 90° froid, plus solubles à chaud, très solubles dans l'éther, la benzine, le chloroforme. Leur point de fusion est 94°-96°.

» Ce corps contient du chlore et de l'azote, ainsi qu'il est facile de le constater par l'épreuve au sodium. Les analyses ont conduit à la formule

$$C^8H^6Cl^3O^2 \quad \text{ou} \quad C^6HCl^3 - AzO^2 - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3};$$

c'est un vératrol trichloré mononitré et l'acide nitrique ici donne simplement un dérivé nitré.

» La solution alcoolique du vératrol trichloré mononitré traitée par le perchlorure de fer ne donne aucune coloration ; de même ce dérivé ne donne aucune coloration par la potasse alcoolique, tandis que les quinones obtenues en partant des gaïacols et vératrols halogénés précédemment étudiés se colorent en vert par ce réactif.

» *Vératrol tribromé* $C^6HBr^3 - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3}$. — 20^g de vératrol tribromé sont triturés avec 50^g d'acide nitrique fumant : comme dans le cas précédent, il y a un violent dégagement de vapeurs rutilantes et coloration rouge de la liqueur; au bout de quelque temps, le mélange est devenu presque incolore et l'eau ajoutée peu à peu précipite un corps huileux qui se prend lentement en une masse cristallisée. La puri-

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 967, et t. CXXXI, 1900, p. 53 et 901.

fication du produit se fait par trois ou quatre cristallisations dans l'alcool à 90° chaud et décoloration par le noir animal.

» Il se dépose finalement de longues aiguilles brillantes, blanches, à peine colorées en jaune.

» Ce corps est complètement insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool à 90° chaud, peu soluble à froid, soluble dans l'éther, peu soluble dans la benzine et le chloroforme : il fond vers 115°-116°.

» C'est un dérivé bromonitré ayant pour formule

$$C^8H^6Br^3AzO^4 \quad \text{ou} \quad C^6Br^3AzO^2 - \underset{1}{O}CH^3 - \underset{2}{O}CH^3,$$

c'est-à-dire un vératrol tribromé mononitré, ainsi qu'il résulte des analyses.

» Il ne se colore ni par le perchlorure de fer ni par la potasse alcoolique.

» *En résumé*, l'action de l'acide nitrique sur les vératrols trichloré et tribromé donne naissance à des dérivés mononitrés des vératrols trisubstitués. Dans ce cas la réaction est tout à fait différente de celle obtenue avec les vératrols tétrachloré et tétrabromé, car ici il se forme des orthoquinones tétrasubstituées par saponification des fonctions éthers et oxydation des phénols correspondants. L'action de l'acide nitrique sur les vératrols trisubstitués peut être rapprochée de la réaction de l'acide nitrique sur le vératrol dibromé, qui donne, comme je l'ai constaté antérieurement, un vératrol dibromé mononitré.

» De même la réaction est toute différente de celle obtenue avec les gaïacols trisubstitués qui, traités par l'acide nitrique, donnent des dérivés du diphényle, dérivés qui ne contiennent pas d'azote et appartiennent à la classe des quinones. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de la glucamine.* Note de M. **E. Roux**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note précédente [1], M. Maquenne et moi avons fait connaître une nouvelle série de bases dérivées des sucres et décrit celle qui dérive du glucose, la glucamine, $AzH^2CH^2(CHOH)^4CH^2OH$, ainsi que son oxalate et son oxamide.

» Voici quelques nouveaux dérivés de cette base :

» *Cuproglucamine* $C^6H^{11}O^5AzCu^2$. — Pour préparer ce corps, que nous avons déjà signalé dans notre première Note, on dissout de l'hydrate de cuivre, récemment précipité, dans une solution aqueuse de glucamine à 10 pour 100. On obtient ainsi

[1] 22 avril 1901.

une eau céleste qui, peu à peu, laisse déposer des cristaux, qu'on recueille par essorage et qu'on purifie par recristallisation dans l'eau.

» Ce corps se présente, au microscope, sous forme de paillettes rectangulaires, d'un beau bleu clair. Il est peu soluble dans l'eau froide, assez soluble dans l'eau bouillante et insoluble dans l'alcool.

» Sa constitution paraît répondre à la formule : $C^6H^{11}O^5 \begin{matrix} Cu \\ \diamond \\ Cu \end{matrix} Az$, qui en fait un anhydride du corps hypothétique $C^6H^{13}O^5Az(CuOH)^2$.

» *Picrate* $C^6H^2(AzO^2)^3OH, C^6H^{13}O^5AzH^2$. — On l'obtient en saturant par l'acide picrique une solution aqueuse de glucamine. Il cristallise en très fines aiguilles feutrées, d'un beau jaune de chrome, fusibles à 137° sans décomposition; très soluble dans l'eau, il est peu soluble dans l'alcool et insoluble dans l'éther.

» *Chloroplatinate* $PtCl^6(C^6H^{13}O^5AzH^3)^2$. — Obtenu par évaporation d'un mélange de chlorhydrate de glucamine avec un excès de chlorure de platine. Il cristallise en longs prismes droits, d'une couleur jaune orangé. Quoique très soluble dans l'eau, il est peu déliquescent. Il est insoluble dans l'alcool et dans l'éther. Il fond à 116°-118°, sans décomposition.

» *Chlorhydrate de pentacétylglucamine* $HCl, AzH^2C^6H^8O^5(C^2H^3O)^5$. — Obtenu par l'action du chlorure d'acétyle bouillant sur la glucamine. Il cristallise en très fines aiguilles feutrées, très solubles dans l'eau et dans l'alcool chaud, mais peu solubles dans l'alcool froid et insolubles dans le chloroforme. Ce corps fond à 170° et se volatilise entièrement, quand on le chauffe à une température plus élevée. Il n'a pu être purifié d'une façon absolue et débarrassé de produits moins acétylés, qui élèvent sa teneur en azote en diminuant sa richesse en acétyle.

» *Hexacétylglucamine* $C^2H^3O.AzH.C^6H^8O^5(C^2H^3O)^5$. — Obtenue par réaction de l'anhydride acétique sur la glucamine. Ce corps cristallise en lamelles microscopiques ayant la forme de losanges. Très soluble dans l'eau bouillante, dans l'éther acétique et dans le chloroforme, il est peu soluble dans l'eau froide, ainsi que dans l'éther. Il fond à 70° et se volatilise sans décomposition vers 250°. Il est très hygroscopique.

» *Benzalglucamine* $C^6H^5CH = AzC^6H^{13}O^5$. — Obtenue par l'action de l'aldéhyde benzoïque sur la glucamine. Elle cristallise en aiguilles très fines et très longues, assez solubles dans l'alcool. L'eau la décompose, à l'ébullition, en régénérant la glucamine. Elle fond à 162°-163°, sans décomposition.

» *Glucamine-urée* $AzH^2 - CO - AzH.C^6H^{13}O^5$. — Obtenue par réaction du sulfate de glucamine sur le cyanate de potassium. Ce corps cristallise en fines aiguilles formant un feutre volumineux. Il est soluble dans l'eau en toutes proportions, peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther, l'éther acétique et le chloroforme. Il fond à 149°, sans décomposition. Son pouvoir rotatoire est de —12°,50, sans multirotation.

» La glucamine-urée ne réduit pas la liqueur de Fehling. Traitée par la baryte à 100°, elle se décompose suivant l'équation

$$C^7H^{16}O^6Az^2 + H^2O = CO^2 + AzH^3 + AzH^2C^6H^{13}O^5.$$

» L'hypobromite de soude la décompose, à froid, en dégageant la totalité de son azote; il se forme d'abord des sucres réducteurs qui, par oxydation, disparaissent à leur tour en donnant, entre autres produits, de l'acide oxalique. La glucamine-urée

donne, avec l'oxyde de mercure, ainsi qu'avec l'azotate de mercure, des combinaisons solubles.

» *Glucamine-phénylurée* $C^6H^5AzH - CO - AzH.C^6H^{13}O^5$. — Obtenue par réaction de l'isocyanate de phényle sur la glucamine, en solution dans la pyridine. Ce corps cristallise en aiguilles courtes et extrêmement fines, assez solubles dans l'alcool chaud ou dans l'eau bouillante, peu solubles dans ces liquides froids, insolubles dans la benzine et le chloroforme, très solubles dans la pyridine.

» La glucamine-phénylurée fond à 174°, sans se décomposer. Elle ne donne pas de dégagement d'azote par l'hypobromite de soude.

» *Glucamine-phénylurée pentacarbamique*

$$C^6H^5AzH - CO - AzH.C^6H^8O^5(COAzHC^6H^5)^5.$$

Obtenue dans les mêmes conditions que le corps précédent, mais en employant l'isocyanate de phényle en excès. Ce corps se présente sous forme de très fines aiguilles microscopiques, enchevêtrées. Il est très soluble dans la pyridine, peu soluble dans le toluène bouillant et insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, la benzine et dans le chloroforme.

» Il fond à 305° en se décomposant lentement. L'acide chlorhydrique à 10 pour 100, la potasse à 10 pour 100 ne l'attaquent pas, même après une ébullition prolongée. L'hypobromite de soude paraît sans action sur lui.

» En terminant, je dois signaler que l'isosulfocyanate de phényle ne donne pas, avec la glucamine, une thio-urée, mais un corps très bien cristallisé, qui répond à la formule $C^7H^{13}O^5AzS$. Ce corps, dont le poids moléculaire a été vérifié par la cryoscopie et l'ébullioscopie, se forme également lorsqu'on fait réagir le sulfure de carbone sur la glucamine. Je me propose de revenir sur ces réactions et sur le produit qu'elles donnent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'aluminium sur quelques anhydrides en solution chloroformique.* Note de M. **Marcel Desfontaines**, présentée par M. A. Haller.

« Tiemann (*Berichte*, t. XXX, p. 242) ayant obtenu, dans l'action de l'acide sulfurique sur l'acide isocamphoronique, l'acide terpénylique

```
CO²H   CO———————┐          CO²H   CO—┐
 |      |       |           |      |  |
CH²    CH²      |          CH²    CH² |
   \  /         |             \  /    |
    CH          |     →        CH     |
    |           |              |      |
    C — CO — O——┘              C —— O—┘
   / \                        / \
CH³   CH³                  CH³   CH³
```

c'est-à-dire une lactone γ par suite de la perte de CO dans le carboxyle le plus substitué ;

» Et M. G. Blanc ayant obtenu d'autre part l'acide isolauronolique par l'action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique par une réaction analogue qui peut s'exprimer ainsi :

```
          CH³ CH³                          CH³ CH³
            \/                               \/
            C                                C
           /\                               /\
          /  \                             /  \
CO — CH        C — CH³              CH²        C — CH³
|     |     /  |            →        |         ‖
O ————|—CO     |                     |         ‖
     CH² —— CH²                     CH² —— C — CO²H
```

en tenant compte de la transposition moléculaire qui a été montrée par M. Blanc (*Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXV, p. 68) ;

» J'ai pensé que le chlorure d'aluminium anhydre agissait en tous points comme l'acide sulfurique sur les anhydrides présentant un carboxyle tertiaire, tels que les anhydrides $\alpha\alpha$-diméthylglutarique et $\alpha\alpha$-diméthylsuccinique.

I. *Traitement de l'anhydride $\alpha\alpha$-diméthylglutarique*

```
CH³\                               CH³\
CH³/C — CO\                        CH³/C  —  O
    |      \                           |      |
   CH²      >O          →             CH²     |
    |      /                           |      |
   CH²—CO                             CH² — CO
```

» 10ᵍ d'anhydride sont dissous dans la quantité suffisante de chloroforme desséché sur l'acide sulfurique concentré. On y ajoute tout d'un coup 13ᵍ de chlorure d'aluminium anhydre en petits morceaux et non en poussière. L'attaque est immédiate, il se dégage de l'acide chlorhydrique et de l'oxyde de carbone en grande quantité. Le mélange s'échauffe d'abord, puis se refroidit considérablement vers le milieu de l'opération. On chauffe alors légèrement au bain-marie pour dissoudre entièrement le $AlCl^3$. Après refroidissement, on jette le tout dans 500^{cm^3} d'eau mélangée de glace concassée, puis on y ajoute un grand excès de soude pour dissoudre l'alumine. On décante alors le chloroforme qu'on lave avec un peu d'eau que l'on ajoute à la portion aqueuse.

» *Isocaprolactone.* — Le chloroforme distillé au bain-marie laisse un liquide neutre qui, distillé avec soin, passe à point fixe vers 205° et qui donne à l'analyse les chiffres suivants :

$C = 62,81$ %; $H = 8,4$ %. Calculé pour l'isocaprolactone : $C = 63,1$; $H = 8,7$.

» Cette lactone s'est formée par simple perte de CO dans le carboxyle le plus

substitué de l'acide αα-diméthylglutarique et élimination de H^2O dans l'acide-alcool formé :

$$\begin{array}{l} \left.\begin{array}{l}CH^3\\CH^3\end{array}\right> C - \boxed{CO} - \boxed{OH} \\ \qquad\ \ | \\ \qquad CH^2 \\ \qquad\ \ | \\ \qquad CH^2 - CO - O - \boxed{H} \end{array}$$

» *Éther γ-bromocaproïque.* — Pour être plus certain de l'identité de cette lactone avec l'isocaprolactone, 4^g du produit dissous dans 8^g d'alcool absolu ont été saturés d'H Br sec ; le mélange s'échauffe très fort et il se forme l'éther

$$\left.\begin{array}{l}CH^3\\CH^3\end{array}\right> C\,Br - CH^2 - CH^2 - CO^2 - C^2H^5.$$

On le purifie assez bien en le laissant plusieurs jours dans le vide ; il perd H Br à la distillation.

» *Solution aqueuse.* — La solution aqueuse contient le sel de soude des produits acides. On évapore en grande partie le liquide au bain-marie, on acidule fortement par l'acide sulfurique étendu au $\frac{1}{5}$ et froid, et l'on épuise plusieurs fois à l'éther. La solution éthérée, séchée et distillée en grande partie, est versée dans un cristallisoir ; la masse met quelque temps à cristalliser. Ces cristaux, très impurs, sont un mélange d'acide αα-diméthylglutarique et d'acide pyrotérébique

$$\left.\begin{array}{l}CH^3\\CH^3\end{array}\right> C = CH - CH^2 - CO^2H ;$$

on sépare ces deux acides au moyen de l'acide bromhydrique fumant ; l'acide

$$\left.\begin{array}{l}CH^3\\CH^3\end{array}\right> C\,Br - CH^2 - CH^2 - CO^2H$$

est très soluble dans l'alcool absolu.

» L'acide αα-diméthylglutarique, purifié par cristallisation dans le benzène, fond à 85°.

» II. *Traitement de l'anhydride diméthylsuccinique.* — A 10^g d'anhydride dissous dans la solution de $CHCl^3$ sec, on ajoute d'un seul coup 11^g de $AlCl^3$ concassé ; l'attaque est lente, il se dégage H Cl et CO ; vers la fin on chauffe au bain-marie en évitant la distillation du chloroforme, puis on jette la masse refroidie dans 500^{cm^3} d'eau mélangée de glace. On ajoute un excès de soude et l'on décante le chloroforme, on lave ce dernier avec un peu de soude étendue qu'on ajoute à la portion aqueuse.

» On acidifie, après évaporation partielle, cette partie aqueuse au moyen de l'acide sulfurique étendu et l'on épuise à l'éther un très grand nombre de fois. La solution séchée et distillée cristallise rapidement en donnant un mélange d'acide diméthylsuccinique non attaqué et d'acide diméthylacrylique. Pour les séparer, on peut broyer les cristaux et les placer sur du papier à filtrer dans l'étuve chauffée à 70° ; l'acide incomplet fond le premier en entraînant un peu d'acide diméthylsuccinique ; on épuise

les papiers, on fait cristalliser et l'on recommence plusieurs fois cette opération; on finit par avoir l'acide éthylénique presque pur, mais en très faible quantité.

» Dosage acidimétrique :

Matière................	$0^g,1009$		
KOH (normal)..........	25 gouttes	soit	$1^{cm^3},25$
Calculé pour $\genfrac{}{}{0pt}{}{CH^3}{CH^3}\!\!>\!C = CH - CO^2H$.......			$1^{cm^3},00$

» Cette portion, traitée par l'acide bromhydrique fumant, donne des cristaux insolubles dans l'acide; ils sont lavés sur un filtre et dissous dans l'éther; celui-ci, évaporé, laisse une huile jaune qui cristallise.

» J'ai fait les mêmes opérations avec les anhydrides pyrotartrique et α-méthylglutarique; mais, dans ce cas, le carbone uni au carboxyle n'étant pas suffisamment substitué, la réaction ne se fait pas. Je n'ai pas obtenu du tout de valérolactone ni d'acide incomplet. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Opisthobranches recueillis en* 1883 *par l'expédition du* Talisman. Note de M. A. VAYSSIÈRE, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le nombre des Opisthobranches rapportés par cette expédition a été relativement très restreint, résultat qui ne doit nullement nous étonner, ces types de Mollusques habitant surtout le long des côtes, et bien peu d'espèces les fonds au-dessous de 100^m.

» Voici la liste de ces animaux : *Berthella Edwardsi, Pleurobranchœa Meckeli, Discodoris Edwardsi, Doriopsilla areolata, Phyllidiopsis Berghi, Marionia Blainvilla* et *Scyllœa pelagica.*

» Comme on le constate, ces espèces appartenaient à sept genres différents, deux faisant partie du sous-ordre des Tectibranches (*Berthella* et *Pleurobranchœa*), et cinq de celui des Nudibranches (*Discodoris, Doriopsilla, Phyllidiopsis, Marionia* et *Scyllœa*). Chacun d'eux était représenté par une seule espèce, et souvent par un seul individu.

» Pendant la durée de cette expédition, il a bien été recueilli un certain nombre de Tectibranches de la famille des Bullidés, mais ceux-ci, possédant une coquille externe, ont été confiés à M. Locard qui a décrit leur test seulement.

» Parmi les divers Opisthobranches récoltés pendant cette campagne scientifique, il en est un, que j'ai désigné sous la dénomination de *Phyllidiopsis Berghi,* qui mérite d'attirer notre attention.

» Le genre *Phyllidiopsis*, créé en 1876 par le savant malacologiste danois Rud. Bergh, possède des affinités multiples.

» Comme aspect externe et comme taille, il ressemble à s'y méprendre à ces types de Doridés que l'on nomme *Doriopsilla*, mais une observation plus complète permet de remarquer sur le dos l'absence de plumes branchiales autour de l'anus. Les branchies sous forme de lamelles gaufrées sont ici disposées en nombre considérable sur les côtés du corps, entre le pied et le manteau; en cela, le *Phyllidiopsis* ressemble au genre *Phyllidia*.

» L'organisation interne se rapporte également à ces deux genres de Mollusques, mais peut-être davantage à celle des *Doriopsilla*.

» De tous les appareils organiques, c'est le système nerveux qui offre, par la concentration du collier œsophagien, la disposition la plus curieuse. Le collier ressemble à une masse nerveuse mamelonnée, traversée par l'œsophage, plutôt qu'à une réunion de ganglions nerveux; les mamelons, au nombre de six, sont disposés symétriquement, ce qui permet de reconnaître en eux les représentants des centres cérébroïdes, palléaux et pédieux.

» L'unique individu pris par le *Talisman* dans le golfe de Gascogne par 1480^{m} de profondeur m'a paru s'éloigner assez des trois espèces de Phyllidiopsis décrites par Bergh; aussi ai-je créé pour ce Mollusque une nouvelle espèce, que je suis heureux de dédier à mon savant ami Bergh.

» En dehors des Opisthobranches, j'ai pu également étudier deux Prosobranches nus ou à coquille interne, et un Cyclophoride; ce sont : *Marsenia pellucida, Craspedopoma hespericum* et *Pterotrachœa Talismani*.

» Sur la totalité de ces Mollusques rapportés par l'expédition du *Talisman*, il y en a trois de nouveaux : le *Phyllidiopsis Berghi* dont je viens de parler, la *Discodoris Edwardsi* et la *Pterotrachœa Talismani*.

» Malgré le long séjour dans l'alcool de tous ces Mollusques, j'ai pu arriver à disséquer assez complètement plusieurs d'entre eux et augmenter ainsi nos connaissances anatomiques sur ces êtres. Les résultats de ces recherches paraîtront sous peu dans la grande publication des travaux du *Talisman*. »

ZOOLOGIE. — *Constitution lympho-myéloïde du stroma conjonctif du testicule des jeunes Rajidés.* Note de M. A. **Policard**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les anciens zoologistes, Vogt et Pappenheim (¹) en particulier, avaient signalé que chez les jeunes Rajidés le testicule était formé d'ampoules

(¹) Vogt et Pappenheim, *Annales des Sciences naturelles : Zoologie*, 1859.

spermatiques noyées dans un tissu particulier, le tissu crayeux, comme ils l'appelaient, sans en déterminer autrement la nature.

» *Technique.* — Fixation par le liquide de Tellyesniczky de testicules de jeunes *Raja clavata*, prises dans la Manche et étudiées au Laboratoire maritime de Wimereux au mois de septembre. Coloration par l'hématéine-éosine, l'hématoxyline cuprique de Weigert, l'hématéine-safranine (méthode de Rabl modifiée, dans laquelle la safranine joue le rôle de colorant plasmique. Les granulations éosinophiles prennent une coloration rouge) ([1]).

» *Structure du testicule.* — Nous décrirons successivement les ampoules testiculaires, le stroma conjonctif, les vaisseaux.

» 1° Nous ne ferons que mentionner les ampoules spermatiques, disposées en grappes, d'une façon très nette autour des ramifications des canalicules considérés comme wolffiens. Ils n'occupent du reste qu'une faible partie du testicule impubère, formé en grande partie par le stroma conjonctif. Notons que *dans ces ampoules se rencontrent des vésicules de sécrétion* colorées par l'hématoxyline cuprique de Weigert ([2]).

» 2° La majeure partie du testicule est composée de tissu réticulé dont les mailles sont remplies de cellules lymphatiques. Les ampoules spermatiques sont éparses dans ce tissu. Le *tissu réticulé* est très fin, très délié, comme tout tissu réticulé jeune. Il est très difficilement visible sur des coupes minces. Les *cellules lymphatiques* remplissant les mailles du reticulum sont :

» A. Des *lymphocytes* assez nombreux, présentant souvent des figures d'amitose.

» B. Des *mononucléaires à granulations éosinophiles;* à côté de cellules à noyau clair, vésiculeux, peu colorable, à protoplasma chargé de fines granulations éosinophiles, on rencontre des éléments à noyau plus colorable et à granulations éosinophiles énormes, mais colorées moins intensément que les petites. *Les grosses granulations sont donc moins éosinophiles que les petites.*

» C. Des *mononucléaires à protoplasma alvéolaire,* spongieux, sans aucune granulation.

» D. Sur nos préparations, nous n'avons pu apercevoir aucun *élément hémoglobique,* en dehors des vaisseaux.

» 3° Dans ce tissu réticulé rempli d'éléments lymphatiques se trouvent des *vaisseaux sanguins* remplis de globules rouges. Les noyaux de ceux-ci présentent des *variations de chromaticité* intéressantes. Les uns prennent l'hématéine, les autres le colorant plasmique (éosine ou safranine). Il est impossible jusqu'ici de se prononcer sur la signification de ce phénomène.

» *Fonctions.* — De la description ci-dessus se dégage très vraisemblablement l'idée qu'on a affaire à un tissu chargé de former des globules blancs.

([1]) Au sujet de la sécrétion du testicule, voir Regaud, *Recherches sur la spermatogenèse des Mammifères* (*Archives d'Anatomie microscopique,* 1901).

([2]) Regaud, *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 11 janvier 1902.

On sait que la Raie présente de magnifiques leucocytes éosinophiles, étudiés par Siawcillo ([1]). Chez un Poisson cartilagineux, on ne pouvait invoquer comme lieu de leur formation la moelle des os. Il semble bien que *le testicule impubère soit un de leurs lieux de formation*. D'après Siawcillo, la *rate* en serait un autre. Chez la Raie, ces organes auraient donc une structure et une fonction à la fois *lymphoïde* (lieu d'origine des macrophages de Metchnikoff) et *myéloïde* (lieu d'origine des microphages). Mesnil ([2]) a signalé une disposition semblable chez l'Ammocète, dans la couche lymphoïde qui entoure le tube intestinal. Tout ceci est à rapprocher des faits décrits par Dominici ([3]) dans la rate pathologique du Lapin.

» On doit encore rapprocher cette formation lympho-myéloïde testiculaire de ces formations lymphoïdes disposées à la surface de nombreux organes : couche superficielle du foie de la Salamandre ([4]); couche lymphoïde du rein des Anoures et de quelques Sélaciens; masse lymphoïde périglandulaire des *Dipnoï* ([5]). Ces couches lymphoïdes semblent bien être en rapport avec la nutrition de l'organe qu'elles recouvrent. Quand celui-ci est en voie de développement et se nourrit très activement, ces zones lymphoïdes sont très développées.

» *Conclusions.* — En résumé, le testicule impubère de la Raie présente, dans sa plus grande partie, une structure lympho-myéloïde. On peut vraisemblablement lui assigner :

» 1° Une fonction leucocytopoïétique ;

» 2° Une fonction dans la nutrition des ampoules spermatiques;

» 3° Enfin il ne paraît pas avoir de rôle hématopoïétique. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur les homologies de la cellule interstitielle du testicule.* Note de M. P. Stéphan, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans une Note récente ([6]) M. Loisel appelle avec raison l'attention sur le fait que les éléments interstitiels du testicule sont des cellules sœurs des cellules germinatives. Les études que j'ai faites sur les organes géni-

---

([1]) Siawcillo, *Annales de l'Institut Pasteur*, vol. IX, 1895.

([2]) Mesnil, cité d'après Metchnikoff, *De l'Immunité*, 1901.

([3]) Dominici, *Archives d'Anatomie pathologique*, 1901.

([4]) Henneguy décrit cette couche dans son Traité. Il note la présence de cellules à granulations safranophiles.

([5]) D'après Wiedersheim, *Anatomie comparée*.

([6]) Loisel, *Sur l'origine du testicule et sur sa nature glandulaire* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 18 janvier 1902).

taux du Crapaud et de certains Poissons osseux me font rallier entièrement à cette opinion. Si c'est s'aventurer peut-être un peu trop que d'admettre la transformation les unes dans les autres de spermatogonies bien caractérisées, ou de cellules interstitielles bien différenciées en éléments sécréteurs, il n'en est pas moins vrai qu'elles ont une même origine et qu'elles sont développées par différenciation de cellules identiques. Chez le Crapaud, on peut se rendre compte de cette communauté d'origine en suivant l'évolution des éléments indifférents qui occupent les espaces intertubulaires. Vers l'extrémité inférieure, on observe un processus de néoformation de la glande, assez restreint, il est vrai, mais très manifeste; dans la région, généralement très réduite, où le testicule se continue avec l'organe de Bidder, on peut observer la prolifération vers la profondeur des cellules épithéliales : certaines restent indifférentes, d'autres évoluent en cellules interstitielles, en spermatogonies ou en éléments de l'organe de Bidder.

» Dans un Travail qui paraîtra très prochainement, je décris des éléments comparables aux cellules interstitielles dans les organes génitaux de certains Téléostéens; je considère également que ces éléments ont avec les cellules génitales une parenté très étroite; les unes et les autres se forment par différenciation d'éléments d'abord identiques de l'ébauche génitale.

» Mais je ne saurais me ranger à l'opinion de Loisel, lorsqu'il considère la fonction propre du testicule, la formation des spermatozoïdes, comme la conséquence d'une « modification » d'un épithélium glandulaire ordinaire. Que les éléments de l'ébauche génitale acquièrent de très bonne heure, dans le cours du développement ontogénétique, une fonction sécrétrice, cela ne conduit pas forcément à admettre que ce rôle doive passer au premier rang. Il est indéniable que la fonction glandulaire est subordonnée, que la formation des éléments reproducteurs nous apparaît comme essentielle et primordiale si l'on se place sur le terrain de la phylogénie.

» A la suite de mes recherches sur les organes génitaux des Poissons, je suis porté à considérer plutôt les éléments à sécrétion comme une adaptation secondaire des éléments génitaux. Je suis porté à rapprocher leur formation de celle des nombreuses formes à développement atypique qui s'observent dans l'évolution des éléments reproducteurs. Dans un Travail récent ([1]), j'ai cru pouvoir appeler *indétermination élémentaire* ce phéno-

---

([1]) P. Stephan, *De l'hermaphrodisme chez les Vertébrés* (*Ann. de la Faculté des Sciences de Marseille*, t. XII; 1901).

mène très général dans lequel un grand nombre d'éléments d'un organe prennent une voie évolutive différente de celle de la masse de l'ébauche. La situation des éléments par rapport au centre de l'organe, aux voies excrétrices, nutritives, bien des conditions propres à l'espèce ou à l'individu, sont des causes qui agissent sur le sort individuel de chaque élément. Peut-être cette indétermination élémentaire est-elle la raison directe de la dégénérescence de certains éléments, de l'élaboration de substances nutritives par certains autres. Mais je ne serais pas éloigné de croire que cette fonction nutritive est acquise secondairement; les éléments, d'abord irrégulièrement, puis plus régulièrement dégénérés, auraient été utilisés par la nutrition des éléments normaux, constituant une sécrétion holocrine; ensuite, la fonction se différenciant mieux, la sécrétion devient mérocrine. J'observe une même succession dans une sécrétion des voies génitales de ces Poissons; les cellules qui tapissent ces cavités, homologues aussi des cellules génitales, produisent une sécrétion soit holocrine, soit mérocrine; je considère la première comme primitive.

» Cette façon d'envisager la nature des cellules interstitielles me paraît bien en rapport avec leur faible quantité chez les Vertébrés inférieurs. Je crois que c'est à un processus analogue qu'il faut attribuer la formation des organes à sécrétion interne, en rapport primitivement avec l'ébauche génitale, tels que les corps jaunes des Batraciens. L'ébauche génitale est primitivement très étendue et se transforme tout entière en glande reproductrice; aussi les Vertébrés inférieurs n'ont-ils rien d'analogue aux corps jaunes. On comprend que, si une partie plus ou moins étendue échappe au processus de différenciation normale, si ce dernier reste limité à une région restreinte, le reste de l'ébauche fournit un terrain éminemment plastique, apte à subir les influences diverses et à se modifier dans des directions variées; c'est ainsi que j'explique la localisation des cellules à sécrétion interne chez les Téléostéens dans les parties conjonctives, telles que celles qui sont au voisinage du canal déférent ou dans la paroi de l'ovaire; ainsi peut s'expliquer la formation des cellules interstitielles aux dépens des éléments de l'ébauche génitale qui n'ont pas été englobés dans la formation des canalicules; les corps jaunes des Batraciens, les organes jaunâtres décrits par Loisel chez le Moineau rentrent dans la catégorie des dérivés de l'ébauche génitale.

» L'organe de Bidder n'est pas exactement homologue de ces organes à sécrétion interne; la signification sexuelle de ses éléments est plus prononcée, comme le montre l'existence de l'importante phase de *synapsis*. Je

considère que c'est une adaptation secondaire d'un hermaphrodisme rudimentaire glandulaire. Le phénomène qui a présidé à l'apparition de cet hermaphrodisme est bien encore l'indétermination élémentaire, mais le résultat a été obtenu, si j'ose dire, par un processus à deux degrés. C'est pourquoi l'organe de Bidder, constaté seulement dans un groupe restreint, a une signification beaucoup moins générale que les autres organes de nutrition interne dépendant des glandes génitales. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la structure des racines tuberculeuses du* Thrincia tuberosa. Note de MM. **A. Maige** et **C.-L. Gatin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Le *Thrincia tuberosa* est une Composée très répandue aux environs d'Alger. La structure de ses racines tuberculeuses, que nous avons été amenés incidemment à étudier, s'éloigne complètement des types connus et nous a paru mériter d'être signalée.

» A la base de la tige se développent chaque année des racines adventives, dont la région terminale reste de faible diamètre, tandis que la partie voisine du point d'insertion sur la tige s'épaissit considérablement.

» La première région présente une structure normale : l'assise pilifère et l'écorce possèdent leurs caractères ordinaires; le péricycle comprend une assise de cellules contre laquelle s'appuient les faisceaux du bois et du liber, ainsi que de petits îlots de cellules sécrétrices; il se différencie plus tard dans le cylindre central, suivant le processus ordinaire, une assise génératrice produisant sur tout son pourtour, vers l'intérieur du bois, et vers l'extérieur du liber, au milieu duquel se forment de petits groupes de cellules sécrétrices; en même temps, les deux ou trois premières assises de l'écorce, situées au-dessous de l'assise tubéreuse, deviennent collenchymateuses, et la moelle se sclérifie. A aucun moment il ne se forme, dans les tissus de réserve, d'inuline.

» La deuxième région possède des formations primaires semblables à celles de la première, mais elle s'en distingue par une structure secondaire très spéciale. Dans le cylindre central, à l'assise génératrice normale se substituent rapidement plusieurs assises séparées, dont chacune entoure complètement un faisceau de bois primaire, et affecte sensiblement la forme d'un cercle ayant pour centre le pôle de différenciation de ce faisceau. Chacune de ces assises produit sur tout son pourtour, vers l'extérieur, du parenchyme secondaire, dans lequel se différencient des îlots de cellules sécrétrices, et vers l'intérieur, des files radiales de cellules polyédriques, dont la plupart gardent leurs parois cellulosiques, tandis que quelques-unes se différencient en vaisseaux ligneux. Il se forme ainsi, à la périphérie du cylindre central, des plages arrondies et isolées de tissus secondaires, dont chacune présente une structure symé-

trique par rapport au pôle primaire ligneux qu'elle entoure, et ressemble à une petite stèle. Ces plages sont englobées dans le conjonctif primaire, resté cellulosique, du cylindre central; ce conjonctif forme au centre de la racine une moelle à cellules isodiamétrales, et se prolonge dans les espaces compris entre les fausses stèles précédentes, constituant ainsi des sortes de travées de séparation composées de cellules allongées radialement et cloisonnées tangentiellement.

» L'écorce ne renferme pas de collenchyme; ses cellules, fortement étirées tangentiellement par suite de l'augmentation considérable de diamètre du cylindre central, acquièrent de fréquentes cloisons radiales; il se différencie en outre, au-dessous de l'assise tubéreuse, une assise génératrice phellogène, produisant vers l'extérieur du liège.

» La tuberculisation de la racine est due au fonctionnement actif des assises génératrices circulaires précédemment décrites, et c'est uniquement dans les tissus secondaires qui en résultent, que sont localisées les réserves d'inuline. Ces réserves sont utilisées ultérieurement par la plante et ne se retrouvent plus dans les tubercules flétris. »

BOTANIQUE. — *Sur le* Ksopo *ou* Tanghin de Menabé, *poison des Sakalaves* (Menabea venenata *H. Bn.*). Note de M. E. **Perrot**, présentée par M. Guignard.

« En 1890 Baillon (¹) décrivait, sous le nom de *Menabea venenata*, une Asclépiadée nouvelle, provenant des plantes récoltées à Madagascar par M. Grandidier. Cette espèce, dont l'échantillon original existe à l'Herbier du Muséum, n'a jamais été signalée depuis par aucun botaniste. Pourtant, elle est d'un très grand intérêt, puisque Baillon la présente comme fournissant un poison d'épreuve d'une activité égale, sinon supérieure, à celle du Tanghin proprement dit; d'après M. Grandidier, elle serait désignée chez les Sakalaves sous les noms de *Tanghin de Menabé*, *Tanghin femelle*, *Kissoumpa*.

» Récemment, M. le Dr A. Model (²) publiait l'historique de cette question en émettant tout d'abord des doutes sur l'authenticité spécifique de la

(¹) H. Baillon, *Sur le Tanghin de Menabé* (*Bull. Soc. Linnéenne de Paris*, 1890, t. II, n° 104).

(²) Dr A. Model, *Medicinisch-botanische Streifzüge*. — I. *Ein verschollenes* (?) *heroisches Giftgewächs aus Madagascar* (*Münchener medic. Wochenschrift*, 1900, t. XLVII, n° 31, p. 1081-1082). — II. *Weiteres über Menabea venenata* Baillon (*Id.*, 1901, t. XLVIII, p. 225-226).

plante de Baillon; puis dans une deuxième Communication, après divers renseignements venus de France et dus à M. Dorveaux, bibliothécaire de l'École de Pharmacie, ainsi qu'à MM. Drake del Castillo et de Rochebrune, il concluait à sa réelle existence, l'échantillon de l'auteur ayant été retrouvé à l'Herbier du Muséum. Néanmoins, M. Model priait les collecteurs français de chercher à se procurer bientôt des exemplaires plus complets de cette intéressante espèce, ce qui permettrait d'en donner une description documentée.

» La présente Communication a pour but de répondre à ces desiderata.

» Au commencement de décembre dernier, nous avons reçu de M. Prudhomme, directeur de l'agriculture à Madagascar, un échantillon botanique d'une Asclépiadée toxique, accompagné d'une Note concise de M. le Dr Lasnet, médecin de première classe des Colonies, dont les travaux sur les plantes intéressantes de notre nouvelle colonie africaine sont bien connus. Après quelques renseignements sur l'origine de la plante en question, M. Lasnet ajoutait :

« Les Sakalaves nomment cette plante *Ksopo;* ils prétendent que c'est un remède efficace contre les douleurs syphilitiques. Employée à forte dose, la plante est vénéneuse. Il suffit, paraît-il, d'un *petit fragment de racine, pour tuer un homme adulte dans l'espace d'une demi-heure.* Cette racine est extrêmement amère et les symptômes de l'empoisonnement sont les suivants :

» Violentes douleurs d'estomac; le patient perd connaissance très rapidement; convulsions, contractions violentes, en particulier chez les membres antérieurs. La mort survient une demi-heure environ après l'ingestion. »

» La plante était depuis quelques jours en notre possession, lorsque M. Poisson, assistant au Muséum, de passage à notre laboratoire, nous demanda de lui en laisser prélever un échantillon, car elle lui paraisssait inconnue. Quelques jours après, une lettre nous apprenait que nous étions en présence du *Menabea venenata* de Baillon. Muni de ces renseignements, il nous fut, dès lors, facile d'établir son identité absolue. Reste encore à faire l'étude chimique et physiologique, et nous n'attendons plus pour cela que l'arrivée des colis de racines que la lettre de M. Prudhomme nous fait espérer de jour en jour.

» Avec l'aide des renseignements originaux du Dr Lasnet, et d'après les échantillons qui sont entre nos mains, les caractères de la plante sont les suivants :

» I. *Morphologie externe.* — Le *Menabea venenata* est un arbrisseau buissonnant, dont la souche porte jusqu'à 15 et 20 rameaux de 1^m de hauteur environ, peu ramifiés

et dont tous les organes sont recouverts d'un tomentum épais. Les feuilles sont opposées, brièvement pétiolées simples, entières, elliptiques, mesurant 3^{cm} environ de longueur et $1^{cm},5$ de largeur; le limbe légèrement recourbé sur le bord, vers la face inférieure, est de couleur vert cendré à la face supérieure et d'aspect velouté, tandis qu'il est blanchâtre en dessous, grâce à la présence d'un tomentum épais formé de poils unisériés, enroulés, d'une longueur atteignant jusqu'à 2^{mm} et fortement intriqués les uns dans les autres.

» Les inflorescences en petites cymes pauciflores, axillaires, sessiles à l'aisselle des feuilles, sont composées de fleurs jaune rougeâtre à l'état frais, et d'un diamètre de 1^{cm} environ dans leur complet épanouissement.

» Le calice, très velu, présente cinq lobes lancéolés aigus; la corolle est formée de cinq pétales, soudés seulement à leur base, qui forment autant de lanières de 5^{mm} à 6^{mm} de longueur, tordues et comprimées fortement dans le bouton. Le gynécée et l'androcée sont groupés en une masse centrale (gynostège), et Baillon dit que le pollen est en tétrade, ce dont nous avons pu nous assurer.

» Les fruits sont des follicules fusiformes de 6^{cm} à 7^{cm} de long, atténués en pointe à leur extrémité et pourvus d'une lame placentaire foliacée portant de nombreuses graines elliptiques, de $6\text{-}7^{mm}$, au sommet dilaté desquelles s'insère une aigrette soyeuse, sessile, composée d'une touffe de poils unicellulaires, à parois minces, lisses et d'une longueur de 20^{mm} à 25^{mm} [1].

» La plante tout entière est lactescente, et la partie principalement employée comme poison est la racine. Elle croît de préférence, d'après le Dr Lasnet, dans les terrains secs et dénudés de la région nord-ouest de Madagascar.

» II. *Histologie*.—La racine est très allongée, de couleur brun rougeâtre, largement ridée, et présente sous un liège épais un parenchyme abondant gorgé d'amidon. Le cylindre ligneux dans les petits échantillons est unique, mais largement crevassé, et dans les morceaux plus volumineux se fragmente et donne ainsi dans les vieilles racines un certain nombre de faisceaux vasculaires fortement lignifiés, isolés au milieu du parenchyme. Le liber, peu distinct de l'écorce secondaire, contient aussi beaucoup d'amidon, et çà et là quelques longs cristaux prismatiques d'oxalate de calcium. Les laticifères inarticulés sont peu nombreux, à contenu granuleux et particulièrement volumineux dans la région externe.

» La tige est construite sur le type général des Asclépiadées, avec amas fibreux péricycliques et tissu criblé périmédullaire. La feuille est caractérisée par un épiderme supérieur sans stomates, à cellules polygonales dont quelques-unes se prolongent en très longs poils unisériés, avec une cellule terminale extrêmement allongée; ces poils, très nombreux à la face inférieure, forment un feutrage inextricable qui protège les stomates contre l'excès de transpiration. Le mésophylle est bifacial, avec une assise palissadique occupant la moitié de l'épaisseur totale, et un parenchyme lacuneux renfermant de grosses macles d'oxalate de calcium et de nombreuses ramifications des nervures accompagnées de laticifères inarticulés de faible dimension.

---

[1] La fermentation subie pendant le voyage par nos échantillons ne nous permet pas, pour le moment, d'établir la structure intime de la graine.

» L'existence de la plante toxique de Baillon est donc indiscutable et l'étude d'un matériel plus abondant nous permettra bientôt d'établir si ses caractères doivent en faire l'unique représentant du genre nouveau créé par ce savant.

» Des recherches chimiques et pharmaco-dynamiques ne tarderont pas non plus à en fixer la valeur toxique et peut-être thérapeutique. »

PÉTROGRAPHIE. — *Étude chimique du granite de Flamanville.* Note de M. A. **Leclère**, présentée par M. Michel Lévy.

« Prenant pour guide le Mémoire de M. Michel Lévy (inséré au *Bulletin de la Carte géologique* sous le n° 36, tome V de 1893-1894), nous avons commencé l'étude chimique des roches éruptives et métamorphiques du massif granitique de Flamanville.

» Ces roches sont exploitées à Diélette dans de nombreuses carrières, qui s'étendent du nord au sud sur une longueur de 800^m au bord de la mer. Dans quelques-unes de ces carrières, le granite contient des enclaves schisteuses bien connues, affectées individuellement d'une transformation métamorphique variable, surtout caractérisée par le développement de grands cristaux d'orthose. A mesure qu'on s'éloigne vers le sud, on constate que les enclaves deviennent plus rares et l'on finit par n'en plus rencontrer dans les dernières carrières.

» L'aspect du granite homogène, pris tout à fait en dehors des zones de contact immédiat avec les enclaves ou avec le terrain dévonien, diffère visiblement d'une carrière à l'autre par une variation des proportions et des dimensions des éléments minéralogiques principaux.

» Des filons de granulite traversent sans déviation le granite et ses enclaves. Ils se prolongent même dans les strates sédimentaires. Dans le granite ils ont souvent une direction rigoureusement rectiligne. Parfois des traînées de mica montrent un mélange de débris du granite avec la granulite, parfois aussi la granulite non micacée s'isole complètement du granite. Certains filons montrent une réouverture postérieure à la granulite, et comblée par un quartz laiteux.

» Le système formé du granite, de ses enclaves et des filons granulitiques est recoupé par de gros dikes de porphyres à quartz globulaire, passant par des transformations locales à des types très variés de microgranulite.

» Nous avons d'abord déterminé la composition moyenne de trois variétés de granite homogène, puis celle de la granulite et du porphyre sous leur forme la plus pure.

» A cet effet, j'ai prélevé, sur toute la surface de trois carrières, de nombreux éclats détachés par la taille des pierres, et choisis chacun de manière à répondre entièrement aux spécifications ci-dessus.

» Chaque échantillon, ainsi amené au poids total de 5kg à 6kg, a été broyé en entier pour obtenir la prise d'essai analysée au Laboratoire du Mans par la méthode d'une précision spéciale que j'ai fait connaître antérieurement en vue du présent Travail ([1]).

» Nous avons obtenu les résultats suivants :

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	CaO.	MgO.	K^2O.	Na^2O.	Eau.
Granite sans enclaves, éloigné de la surface de contact. Carrière à 600m de la Grande Jetée	67,5	14,5	4,6	2,6	1,8	1,2	3,0	4,3	0,5
Granite pauvre en enclaves, mais voisin de la surface de contact. Carrière au fond du Vieux Port.....	67,1	15,3	3,3	2,7	2,3	1,9	2,6	4,3	0,5
Granite riche en enclaves à quelque distance de la surface de contact. Carrière à 200m de la Grande Jetée	67,3	15,3	4,8	2,6	2,0	1,5	2,24	3,9	0,5
Granulite pure sans mica	74,7	13,2	»	3,5	1,5	0,8	2,6	3,6	0,3
Porphyre à quartz globulaire	66,2	15,6	3,9	3,8	2,2	1,4	2,4	3,9	0,6

» La granulite, postérieure au granite, n'en diffère que par une teneur supérieure en silice.

» Le porphyre, encore plus récent, est moins siliceux et plus alumineux, mais en somme sa composition chimique est comprise dans le champ des variations du granite. La précision des analyses permet de ne pas considérer ces variations comme négligeables.

» Dans la région voisine du contact, le granite possède plus d'alumine,

---

([1]) *Comptes rendus*, 29 novembre 1897.

de chaux et de magnésie. Sa teneur en potasse est très notablement réduite.

» Dans la région, qui est en outre riche en enclaves, on constate une variation analogue, mais beaucoup plus accentuée en ce qui concerne la potasse, qui s'étend même à la soude.

» Or, ces variations dans la composition du granite sont inverses de celles que le métamorphisme réalise autour de la roche éruptive.

» Pour le vérifier, nous avons analysé simultanément trois échantillons d'enclaves, marquant la progression du métamorphisme qu'elles subissent, et un échantillon moyen de la cornéenne de contact, formé au mont Saint-Gilles, par transformation d'un schiste dévonien.

» Nous avons obtenu les résultats suivants :

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	CaO.	MgO.	K^2O.	Na^2O.	Eau.
Enclave encore visiblement schisteuse.	49,3	27,3	»	11,1	1,1	2,1	2,6	4,7	1,8
Enclave moyennement feldspathisée	56,6	17,1	»	8,4	3,0	4,5	5,0	4,6	0,9
Enclave complètement feldspathisée	59,2	14,4	4,0	3,9	4,5	3,8	6,1	2,3	1,7
Cornéenne du mont Saint-Gilles (¹)....	54,2	24,0	»	11,0	2,8	1,9	2,8	1,9	1,4

» Le transport, sur la roche métamorphisée, d'éléments chimiques provenant de la roche éruptive, doit évidemment déterminer dans celle-ci un métamorphisme inverse. Mais il semble, en outre, que ce métamorphisme est réciproque, en ce sens que les mêmes réactions chimiques aboutissent aussi au transport dans la roche éruptive, postérieurement à sa consolidation, d'éléments empruntés au terrain encaissant.

» La constitution actuelle d'une roche éruptive pourrait donc, dans certains cas, différer très notablement de celle du magma initial.

» Nous nous proposons de continuer par de nouvelles analyses l'examen de ces faits, qui concordent avec les variations signalées par M. Michel Lévy dans diverses régions. »

(¹) Matière réductrice organique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la transformation des matières grasses en sucres dans les graines oléagineuses en voie de germination.* Note de M. **P. Mazé**, présentée par M. Roux.

« La transformation des matières grasses en sucres est un problème que l'on peut aborder avec les végétaux par des méthodes qui ne laissent rien à désirer au point de vue de la précision expérimentale.

» M. Maquenne (¹) a démontré l'existence de cette transformation dans les graines de ricin pendant le cours de la germination. J'ai montré également qu'il est vraisemblable qu'elle s'opère chez d'autres semences à réserves oléagineuses, et que le phénomène ne doit pas être subordonné à la constitution de l'acide ricinoléique (²).

» J'ai généralisé la méthode employée par M. Maquenne, pour l'étendre à d'autres acides gras que celui qui constitue la plus grande partie des réserves du ricin; mais, pour cela, j'ai dû modifier un peu le procédé opératoire.

» Les graines à réserves cotylédonaires sont, pour la plupart, mauvaises productrices de diastases. M. Duclaux a remarqué depuis longtemps que chez les Légumineuses, en particulier, les cellules cotylédonaires agissent sur leur contenu indépendamment les unes des autres. Pendant que quelques-unes se vident assez vite, d'autres ne semblent pas toucher d'une façon visible aux grains d'amidon qui les remplissent, bien qu'elles aient quelquefois des parois communes avec les premières. Les phénomènes de digestion sont lents et leurs résidus ne peuvent pas s'accumuler en grande quantité dans la plantule. La digestion des matières grasses chez l'Arachide semble marcher avec cette même lenteur et pour les mêmes raisons.

» Pour provoquer l'accumulation des substances issues des actions diastasiques, il faut supprimer la plantule; on excise donc les embryons d'Arachide, et l'on place les cotylédons dans des conditions favorables à la germination. Les cellules cotylédonaires conservées sont intactes et doivent fonctionner comme celles qui restent attachées à l'embryon.

» En réalité, les choses ne se passent pas aussi simplement; des cotylédons débarrassés de leurs embryons, stérilisés préalablement, et placés

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 625.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 424.

sur des perles de verre, avec une quantité convenable d'eau distillée, ne m'ont fourni aucun fait probant.

» Les résultats sont plus encourageants lorsqu'on les expose à un courant d'air pendant toute la durée de l'expérience; mais, pour avoir des chiffres véritablement démonstratifs, il faut opérer de la façon suivante :

» On fait germer séparément des graines d'Arachide dans des tubes à essai de grandeur convenable, sur du coton plongeant, par sa partie inférieure, dans l'eau distillée. On reprend les plantules qui ont le mieux évolué quand les cotylédons ont atteint un volume suffisant; on détache ceux-ci de la tigelle et l'on en fait trois lots. Le premier est retenu par le dosage des matières grasses, des substances saccharifiables et des sucres; les deux autres sont replacés sur des perles de verre avec de l'eau distillée et exposés à un courant d'air pendant toute la durée de l'expérience. Toutes ces manipulations doivent être faites de façon à éviter la contamination des graines par les microbes. On prend en outre toutes les précautions pour recueillir l'acide carbonique éliminé par les cellules cotylédonaires.

» J'ai exposé dans le Tableau suivant le résultat de deux expériences faites simultanément dans ces conditions. La germination préalable avait duré 12 jours à 30°.

Tableau I.

	Lot n° 1.		Lot n° 2.	
Poids initial des cotylédons		2261^{mg},3		2150,2
Poids sec final des cotylédons	2031,2	2615,3	1874,2	2343,6
Extrait dans l'eau distillée (1)	584,1		469,4	
Augmentation pour 100 du poids initial		15,64		8,77
Mat. sol. dans l'éther avant l'expérience		46,90 p. 100		46,90
» après l'expérience		50,156 p. 100		49,50
Sucres et mat. sacchar. avant l'exp. en glucose.		341^{mg},63		324,8
» après l'exp. en glucose.		468^{mg},4		348,8
Gain en sucres et mat. sac. rapp. au poids initial		5,60 p. 100		1,11
Acide carbonique recueilli		376^{mg},8		429,1
Durée de l'expérience		17^{j}		17^{j}

» Le lot n° 1 fournit, comme on le voit, des résultats tout à fait probants, malgré la durée relativement courte de l'expérience. Si le n° 2 ne donne pas, pour les sucres et les matières saccharifiables, des résultats comparables, c'est parce qu'il avait été envahi par un bacille. La contamination était récente; mais elle se traduit dans les résultats par une diminution dans l'extrait et une augmentation notable dans l'acide carbonique dégagé.

» Si cette expérience ne mettait en relief que le gain en matières sac-

(1) Ce chiffre est relativement très élevé, parce que les graines ont été soumises à l'ébullition dans le but de rechercher des traces d'alcool.

charifiables et en sucres, il serait impossible de rapporter l'origine de ces produits aux matières grasses; elle apporte un autre argument décisif : c'est l'augmentation du poids de matière soumise à l'expérience.

» Les matières azotées de réserve ne peuvent fournir un tel accroissement de poids par voie d'oxydation, au sein même des cellules cotylédonaires, car le même fait pourrait être observé chez les graines amylacées, comme les pois, riches également en substances protéiques; ce qui n'est pas. On en trouve, au contraire, l'origine dans les matières grasses qui ne peuvent aboutir aux hydrates de carbone par voie d'oxydation, sans accuser une augmentation de poids, car l'expérience prouve que cette oxydation n'est pas accompagnée de pertes sensibles de matière.

» La comparaison des chiffres ci-dessous obtenus par la combustion des matières solubles dans l'éther, extraites du lot n° 1 de l'expérience précédente, et des graines normales vient à l'appui de cette conception :

TABLEAU II.

	Huiles retirées du lot n° 1.	Huiles extraites des graines normales.
Carbone	68,13	74,74
Hydrogène	10,38	12,28
Oxygène	21,49	12,98
	100,00	100,00

» Ces deux séries de chiffres diffèrent l'une de l'autre en ce que la première peut être considérée comme provenant de la seconde par fixation d'oxygène; mais il y a cependant une légère perte de carbone, peut-être plus apparente que réelle.

» L'ensemble de ces résultats confirme directement que la digestion des matières grasses dans les graines en voie de germination se fait par fixation progressive d'oxygène avec, probablement, une légère perte de carbone, pour aboutir en dernière analyse aux sucres. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur le fonctionnement des muscles antagonistes dans les mouvements volontaires.* Note de M. I. ATHANASIU, présentée par M. Marey.

« On a cru pendant longtemps que les muscles antagonistes ne se contractent pas simultanément; que si un fléchisseur, par exemple, entre en

action, son antagoniste extenseur n'oppose aucune autre résistance que celle de sa tonicité normale. Cette doctrine a été renversée par Winslow, Duchenne de Boulogne ([1]) et Demeny ([2]).

» En étudiant l'ataxie locomotrice chez l'homme, Duchenne est arrivé à une conclusion tout à fait contraire à la doctrine classique; d'après lui, il y a une harmonie des muscles antagonistes, c'est-à-dire qu'ils se contractent en même temps, les uns pour produire le mouvement, les autres pour le modérer.

» Beaunis ([3]) a cru vérifier, par l'expérimentation, la théorie de Duchenne de Boulogne. Ses expériences ont été faites sur la Grenouille qui, étant attachée sur une planchette, permettait d'enregistrer les contractions du muscle gastro-cnémien et celles d'un de ses antagonistes : le tibial antérieur ou le péronier. On excitait l'animal pour provoquer des contractions reflexes. Les graphiques obtenus de la sorte montrent qu'il y a simultanéité des contractions dans les muscles antagonistes. Cependant Beaunis a observé que quelquefois un des deux muscles se contractait seul pendant que son antagoniste se relâchait et s'allongeait.

Dans les mouvements de latéralité des yeux (Sherrington) ([4]) et dans la paralysie saturnine (Herring) ([5]), on a pu observer que les muscles antagonistes ne se contractent pas simultanément.

» Des relâchements réflexes des muscles antagonistes ont été signalés encore par Sherrington ([6]).

» Richer ([7]), en se servant de la méthode chronophotographique, a trouvé que les muscles antagonistes se contractent à tour de rôle.

» J'ai fait, avec M. Zahkaria, une série d'expériences sur le cheval, et nous avons réussi à enregistrer les contractions des muscles antagonistes dans les mouvements volontaires.

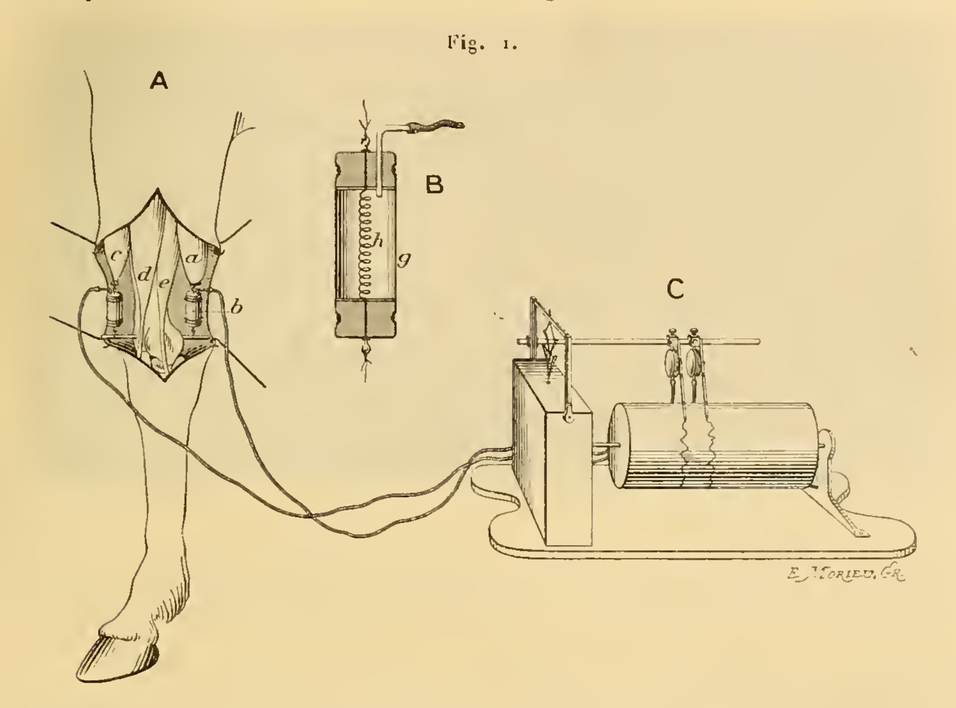
» *Technique.* — Une tige de fer est introduite, d'avant en arrière, dans l'os radius, près de son extrémité inférieure (*fig.* 1, A). Les tendons sectionnés des muscles : le fléchisseur externe et l'extenseur antérieur du

---

([1]) Cité par Beaunis, *Traité de Physiologie humaine*, t. II, p. 251.
([2]) Demeny, *Journal d'Anatomie et Physiologie*, t. II, 5e série.
([3]) H. Beaunis, *Comptes rendus Soc. Biologie*; 1885.
([4]) C.-S. Sherrington, *Proceed. Roy. Soc. London*, t. LIII, p. 407-420; 1893.
([5]) H.-E. Herring, *Zeitschrift für Heilkunde*, t. XVI; 1895.
([6]) C.-S. Sherrington, *Proceed. Roy. Soc. London*, t. LX, p. 365.
([7]) P. Richer, *Comptes rendus Soc. Biol.*, p. 171, 173; 1895.

métacarpe (parfaitement antagonistes) sont attachés à la tige de fer au moyen de deux appareils (myographes à air). Notre myographe (*fig.* 1, B) se compose d'un manchon de caoutchouc *g*, bouché aux extrémités, et au

Fig. 1.

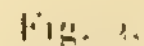


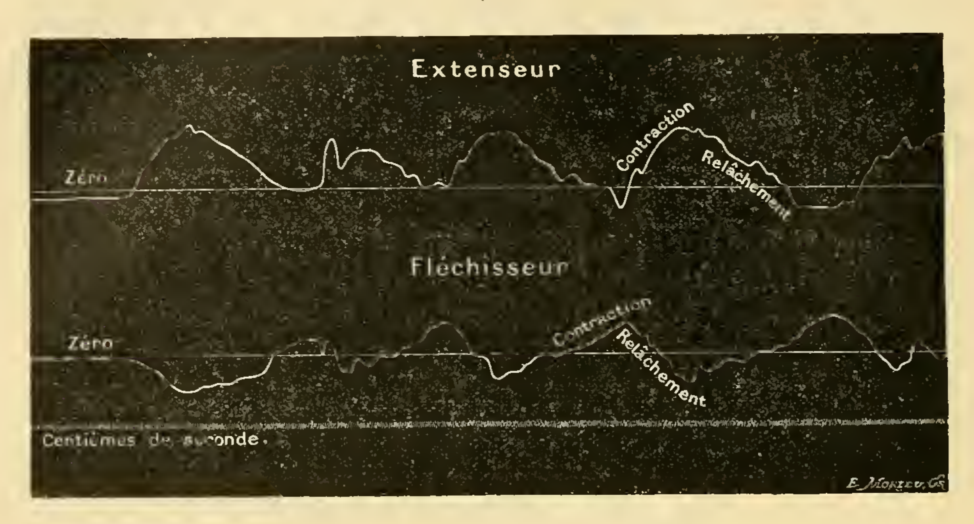
milieu duquel se trouve un ressort en laiton *h*. L'intérieur de ce manchon est mis en communication par un tube de caoutchouc avec un tambour de Marey. Les deux tambours sont disposés dans la même position pour avoir une inscription horizontale (*fig.* 1, C).

» On prend une ligne de zéro, qui est donnée par la position dans laquelle ces muscles se trouvent quand le membre s'appuie fermement sur le sol; pour obtenir ce résultat, un aide lève le membre opposé. L'animal est ensuite mis en marche et l'appareil est porté par un autre aide qui suit de près l'animal.

» L'analyse des graphiques de la figure 2 nous montre que les deux muscles antagonistes ne se contractent pas en même temps, puisque leurs courbes sont de sens contraire. De plus, l'antagoniste qui n'est pas en activité se relâche au delà de sa tonicité (qui, dans notre cas, est mesurée par la tension des ressorts métalliques). En effet, les lignes de relâchement descendent au-dessous de la ligne de zéro (les petites ondulations de la courbe peuvent être dues à des vibrations des myographes).

» Le relâchement plus grand de l'extenseur, que nous avons vu dans toutes nos expériences, serait peut-être dû, au moins en partie, à la ferme-


Fig. 2.



ture de l'angle huméro-radial devant lequel ce muscle passe. On ne pourrait pas dire la même chose pour le fléchisseur, dont la longueur ne peut en rien être changée par le jeu de l'articulation huméro-radiale. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *A propos d'une Note de M.* Pizon *sur une théorie mécanique de la vision.* Note de M. **Raphael Dubois.**

« Dans une Note parue aux *Comptes rendus* (¹), M. Pizon combat la *théorie chimique* de la vision « restée classique *à défaut d'une autre*, bien » qu'elle ne soit guère étayée que par de multiples hypothèses et qu'elle » reste impuissante à fournir l'explication d'un certain nombre de faits » d'une importance capitale ». L'expression « à défaut d'une autre » dont s'est servi M. Pizon, m'oblige à rappeler que j'ai donné une *nouvelle théorie du mécanisme des sensations visuelles* (²).

(¹) *Comptes rendus*, n° 21, t. CXXXII, 1901.

(²) Voir *Bull. de la Soc. de Biol.*, 2 novembre 1888. — *Comptes rendus* du 5 août 1889 et du 19 août 1889. — *Nouvelle théorie du mécanisme des sensations lumineuses* (*Revue générale des Sc. pures et appliquées*). — *Leçons de Physiologie générale et comparée*, chez Carré et Naud, Paris, 1898, p. 191 et suiv. — *Anatomie et physiologie comparées de la Pholade dactyle* (*Ann. de l'Univ. de Lyon*, 1892).

» J'ai démontré expérimentalement que le mécanisme intime de la vision se rattache directement à des mouvements contractiles, ébranlant mécaniquement les terminaisons nerveuses périphériques. Le phénomène normal de la vision est produit comme celui des phosphènes.

» Mes expériences établissent, en outre, que la notion d'intensité lumineuse est donnée par l'amplitude de la contraction et la sensation chromatique par sa rapidité plus ou moins grande. Sous l'influence de l'éclairage continu, il se produit dans l'élément dermotoptique de la pholade un tétanos facile à mettre en évidence par les graphiques obtenus. Le mécanisme est bien le même pour la rétine, puisqu'il résulte des recherches de M. Charpentier, de Nancy, que la réaction oscillatoire de la rétine peut être rapprochée d'un phénomène de contraction ([1]): ce qui confirme ce que nous avions annoncé dans notre *Théorie nouvelle du mécanisme des sensations lumineuses* (*loc. cit.*).

» Mais le pigment, auquel M. Pizon fait jouer le rôle capital, a perdu beaucoup de son importance et, d'après van Beer, on ne peut plus dire avec M. Charpentier ([2]) : « En premier lieu, la lumière a besoin de pigment pour agir, pas d'élément visuel » sans pigment dans la série animale. »

» En effet, Hesse a décrit, dans la peau du lombric, des éléments visuels absolument dépourvus de pigment et déjà, en 1891, M. d'Arsonval avait démontré que la fibre musculaire est directement excitable par la lumière ([3]). On sait d'ailleurs depuis longtemps que le bioprotion des monères, des amœbes, des plasmodes de myxomycètes, etc., est le siège de phénomènes de mouvements provoqués par la lumière, même en dehors de tout pigment.

» L'hypothèse des franges rétiniennes excitant mécaniquement les cônes et les bâtonnets n'est pas nouvelle. Moi-même je m'y étais arrêté un instant (voir *Anat. et phys. comp. de la Pholade dactyle*, p. 125). Mais aujourd'hui, avec L. Dor, on considère les franges comme des écrans mobiles, destinés à régler l'arrivée de l'excitant lumineux sur les cônes et les bâtonnets : ce sont des accessoires de perfectionnement.

» Il est fort possible que la contraction des éléments visuels soit précédée d'une action photo-chimique, car on observe, aussi bien dans la peau de la pholade que dans la rétine, des manifestations électriques dérivant certainement de modifications physiologico-chimiques, mais ce point appelle des recherches nouvelles.

» En résumé, notre *théorie mécanique de la vision* se trouvant confirmée, non seulement par les recherches de von Deren Stort et Engehlmann sur la contractilité des cônes et des bâtonnets, mais encore par celles de MM. Charpentier et d'Arsonval, et n'ayant été infirmée par aucun fait nouveau, il est surprenant que M. Pizon ait pu écrire que l'on conservait les

---

([1]) Voir *Archives de Phys.*, n° 3, juillet 1892, p. 542-543.
([2]) *Sur les phénomènes rétiniens;* 1900.
([3]) *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 9e série, t. III, p. 318; 9 mai 1891.

anciennes théories classiques à défaut d'autres, et qu'il ait pensé à remplacer de vieilles hypothèses par de nouvelles, sans se préoccuper d'une théorie basée cependant sur l'observation et l'expérimentation. »

ZOOLOGIE APPLIQUÉE. — *La Vigne et le* Cœpophagus echinopus, Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. Alfred Giard.

« MM. L. Mangin et P. Viala ont présenté à l'Académie une Note concernant une maladie de la Vigne, non décrite encore, et qui sévit particulièrement dans les vignobles des terrains tourbeux ou argileux, qui laissent difficilement filtrer les eaux pluviales. Recherchant les causes de cette maladie, ils incriminent un Acarien, *Cœpophagus echinopus*, jadis bien décrit et figuré par MM. Fumouze et Robin, qui l'avaient rangé dans le genre *Tyroglyphus*.

» Je ne crois pas que la maladie en question soit déterminée par le *Cœpophagus*. Cet Acarien est un animal détriticole; on le trouve fréquemment sur les bulbes, tubercules et racines, qui commencent à s'altérer. Il ne produit pas ces altérations, mais se nourrit des parties altérées et s'y reproduit en grande quantité. Tout au plus, quand il pullule sur une Vigne malade, peut-il hâter la destruction des parties atteintes, comme les Anguillules et toute l'armée des détriticoles.

» Ce n'est donc point contre cet Acarien que doivent être dirigés les remèdes curatifs.

» Le *Cœpophagus* n'attaquant jamais la Vigne bien portante; il faut s'efforcer de rendre la santé à celle-ci en faisant disparaître les conditions nocives de milieu, et remédiant à la misère physiologique du cep, qui le rend la proie des détriticoles de toute sorte. »

PATHOLOGIE. — *Un nouveau cas de trichosporie observé à Nancy*. Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Bouchard.

« Il y a un an que j'ai rencontré à Nancy une affection de la moustache, analogue à la *piedra* de Colombie. Comme on n'en avait pas observé de semblable en France, j'ai soumis ce cas à une étude approfondie, et l'un de mes élèves, le Dr Schæchter, en a fait l'objet de sa thèse de médecine. Le champignon qui cause les nodosités de la moustache est un *Trichosporum*,

comme l'agent de la *piedra;* mais il appartient à une autre espèce, que je crois pouvoir identifier au champignon des chignons de Beigel, sous le nom de *Trichosporum Beigeli.* Nous n'avons pas de raison de séparer de l'espèce française le parasite de Beigel et celui que le D[r] Caro a rencontré à Breslau, sur des cheveux noueux; mais, faute de données suffisamment précises, il n'est pas possible d'identifier avec lui les champignons de Lindermann, de Knoch, de Cheadle et Malcolm Morris.

« En revanche, les recherches approfondies de Behrend et de Unna ont amené ces auteurs à séparer spécifiquement, sous les noms de *Trichosporum ovale* et *ovoïdes*, les parasites des deux cas de trichosporie récemment découverts en Allemagne. Ces distinctions reposent non seulement sur des différences constantes, quoique légères, dans l'aspect des cultures, mais encore sur la forme des éléments parasitaires.

» Nous venons d'observer à Nancy un second cas de trichosporie, chez un individu qui n'avait pas eu de rapports avec le sujet du premier cas. Ce malade, tuberculeux, venait d'être traité à la clinique du Professeur Bernheim pour une pneumonie franche. Pendant la convalescence, M. Potron, chef de mon laboratoire, frappé de l'aspect insolite de la moustache, soumit cet homme à mon examen.

» T. est un homme de vingt-cinq ans, récemment libéré d'un engagement dans l'infanterie de marine. En 1897, il a séjourné pendant six mois à la Guyane, puis au Tonkin. Il n'est pas retourné depuis en Amérique. Rapatrié de juin 1901, il est à Nancy depuis le commencement d'août, sept mois après la guérison de M..., sujet du premier cas.

» De passage à Saïgon, il y a plus d'un an, en novembre ou décembre 1900, en se regardant à la glace, T. remarqua dans la moitié gauche de sa moustache beaucoup de poils divisés en pinceau et se brisant au moindre contact. Il n'aperçut pas alors de nodosités ni d'épaississements. Seulement certains points des poils malades condensaient la vapeur en une sorte de buée, par les temps froids, et donnaient au doigt la sensation onctueuse d'un corps gras. Il ne s'agissait donc point de la trichoptilose banale qui s'accompagne de sécheresse des poils; mais l'affection ne faisait guère songer à la famille de la *piedra* de Colombie, dans laquelle les auteurs ont signalé, sur les poils, des nodosités dures comme la pierre. Quelques poils de la barbe, surtout à gauche, offraient, paraît-il, à cette époque, les mêmes altérations que la moustache.

» Le malade fut entièrement rasé en août 1901. Depuis cette époque, la barbe, régulièrement tondue, est restée saine. La moustache, aujourd'hui assez longue, présente exactement l'aspect que le malade dit avoir observé un an auparavant; la maladie s'est donc reproduite dès que les poils ont repoussé.

» Le 11 janvier 1902, nous avons fait les constatations suivantes, avec l'assistance de M. Potron. Les cheveux, les sourcils très touffus, la barbe longue d'un centimètre, la moitié droite de la moustache ne présentent rien d'insolite. Ils sont châtain foncé.

Dans la moitié gauche de la moustache, beaucoup de poils sont altérés, surtout au voisinage de la narine : ce qui laisse supposer que les germes ont pu se conserver sur les poils très développés des fosses nasales pendant que la moustache était rasée et infecter de nouveau les poils repoussés. Tandis que le système pileux est en général très lisse, les poils malades sont tortueux, couverts dans leur portion libre d'épaississements peu accusés, mais prenant une teinte argentée, grâce à la buée qui se dépose à leur niveau. En ces points, ils sont onctueux, presque gluants; quelques-uns même sont collés entre eux. Ce sont là des phénomènes que nous n'avions pas observés sur la moustache plus robuste du cas précédent, mais qui rappellent les descriptions données par les auteurs américains au sujet des cheveux piédriques. Les poils dissociés sur leur trajet ou à leur extrémité, que nous avions notés à titre d'exception dans la moustache de M., sont ici relativement fréquents.

» Les épaississements sont dus à des enduits parasitaires, dans le cas de T. comme dans le cas de M.; ils sont également limités à la partie libre du poil, sans s'étendre à la base ni à la portion intrafolliculaire; les rapports avec la substance du poil sont les mêmes; l'enduit dissocie seulement l'épidermicule.

» A l'examen direct du poil, le parasite est identique au *Trichosporum Beigeli* que nous avons décrit l'an dernier. Les premières cultures ont confirmé cette détermination. Au bout de deux jours à l'étuve réglée à 30°, nous avions, notamment sur carotte, des amas blancs, un peu jaunâtres, de conformation cérébroïde, et présentant exactement les caractères microscopiques mentionnés antérieurement. Ces caractères se sont accentués depuis.

» De cette seconde observation, nous devons conclure que le *Trichosporum Beigeli* n'est pas un parasite exceptionnel de la moustache. Il est susceptible de causer des altérations plus profondes et plus tenaces que la première observation ne le laissait soupçonner. Il nous paraît donc utile d'attirer l'attention des dermatologistes sur les trichospories de la moustache, jusqu'ici méconnues en France, bien qu'elles soient probablement fréquentes. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Contribution à la connaissance de l'action de la lécithine sur les éléments figurés du sang.* Note de MM. **H. Stassano** et **F. Billon**, présentée par M. A. Chauveau.

« L'observation de Loew [1] sur l'influence favorable de l'eau additionnée de phosphate de potasse sur le développement du *Spirogyra* a établi expérimentalement le principe théorique du rôle prépondérant du phosphore chez les êtres vivants. Danilewsky, en poursuivant cette même

[1] Loew, *Botan. Centralblatt*, t. XI, 1891.

démonstration, a, le premier, substitué un composé organique phosphoré, le plus assimilable, sans doute, la lécithine, au composé minéral employé par Loew. Ce physiologiste a communiqué à deux reprises à l'Académie [1] les résultats qu'il a obtenus sur ce sujet. Ses expériences ont été répétées et confirmées par d'autres, particulièrement par M. Serono [2], qui, le premier, à son tour, a substitué la lécithine aux phosphates dans la médicamentation phosphorée. Nous avons cru qu'il y avait encore beaucoup à glaner, au point de vue biologique, dans ce champ si fertile en résultats pratiques.

» La lécithine d'œuf dont nous nous sommes servis a été préparée par nous-mêmes. Nous l'avons employée en fine émulsion, à 1 pour 10, dans de la solution physiologique, en l'injectant de préférence dans les veines.

» Chez les lapins, nous avons d'abord remarqué le fait, déjà signalé, de l'augmentation des hématies, qui est progressive à chaque nouvelle injection : chez un lapin, par exemple, à la suite de trois injections de 5^{cm^3} chacune, cette augmentation a atteint le chiffre de 2230000 dans l'espace de vingt jours, en même temps que cet animal gagnait 355^g de poids.

» Nous avons pu reconnaître, ensuite, que l'action de la lécithine se porte également, et d'une façon non moins nette, sur la vitalité de ces cellules, sur leur résistance aux solutions salines de différentes teneurs.

» Nous avons pratiqué, à ce sujet, une longue série de déterminations à l'aide des hématocrites de Hamburger, qui permettent de mesurer exactement le volume différent que les hématies prennent dans les diverses solutions près de leur isotonie, selon qu'elles sont plus ou moins résistantes. Les deux séries suivantes d'observations mettent hors de doute, ce nous semble, le renforcement de la résistance des hématies, à la suite d'une seule injection de lécithine, dans la première série et de plusieurs injections répétées dans la seconde.

» Chaque injection a été de 5^{cm^3} de l'émulsion; dans chaque essai, le contact du sang défibriné avec les solutions salines a été de 10 à 15 minutes environ, avant la centrifugation, dont la durée moyenne a été de 20 minutes.

Première série.

Teneur, en chlorure de sodium, des solutions.	Hauteurs des colonnes d'un même volume de sang, 2^{cm^3}, cinquantièmes du volume du sang employé.				
	Avant l'injection.	3^h30^m après.	24^h après.	48^h après.	4^j après.
Pour 1000.					
5.......	14,50	13,50	15	17,50	19
7.......	28	25	24	27	30
7,50....	28	25	26	29	29
8.......	20	19	19	19,50	23

(1) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 1167; 1895 et t. CXXIII, p. 195; 1896.

(2) SERONO, *Archives italiennes de Biologie*, p. 304-349; 1897.

Deuxième série.

	Première injection.		Deuxième injection.		Troisième injection.		Quatrième injection.	
	Avant.	3h après.	Avant.	3h après.	Avant.	3h après.	Avant.	3h après.
5.......	»	17	18	18	24	22	22,50	19
7.......	»	27,50	29	26	33	32	32	35
7,50....	»	27	26	27	38	32	32	34
8.......	»	22	20	22	23,50	23	23,50	23

» Le noyau des hématies de canard et de pigeon, après l'injection intraveineuse de lécithine, se comporte comme à l'état normal envers les réactifs colorants, verts de méthyle et éosine, dont un de nous (¹) s'est déjà servi pour apprécier les modifications histochimiques que la chromatine des globules rouges nucléés subit en fixant des substances étrangères, telles que le bichlorure de mercure ou le saccharate de fer. Dans ces derniers cas, le noyau des hématies se teint en bleu au lieu de se teindre en vert par le vert de méthyle, comme si sa réaction acide était devenue neutre, et se laisse colorer par l'éosine, dont le radical est à fonction acide, comme si, au lieu d'être de la nucléine à réaction acide, c'était de la substance protoplasmique ordinaire à réaction alcaline. Dans les hématies du canard et du pigeon, à la place de semblable modification qui trahit vraisemblablement une saturation de l'acidité naturelle du noyau, nous avons remarqué un certain degré plus marqué de la coloration normale du vert de méthyle.

» Cela prouverait que la réaction de la chromatine nucléaire des hématies deviendrait encore plus acide sous l'action de la lécithine, au lieu de se saturer comme lorsqu'elle fixe une base minérale. On comprend, d'ailleurs, aisément cette différence, attendu la teneur en acide phosphorique de la lécithine.

» L'action de la lécithine sur les leucocytes est non moins marquée que sur les hématies. Une injection de lécithine provoque de suite une augmentation du nombre des leucocytes, qui se continue, en augmentant souvent, dans les 2 ou 3 jours suivants.

» Dans les premières heures, cette augmentation porte particulièrement sur les leucocytes polynucléaires : cela est dû à l'action de la solution physiologique, ainsi que nous l'avons établi sur des animaux témoins. On remarque à ce moment, à côté de ces leucocytes à noyaux multiples, riches en granulations éosinophiles chez le lapin, une poussée de jeunes mononucléaires très pauvres en protoplasme. A partir de 5 à

(¹) Stassano, *Comptes rendus*, 25 juin 1900.

6 heures après, ces petits mononucléaires deviennent de plus en plus nombreux (leur rapport aux polynucléaires atteint et dépasse celui de 80 à 20). Les noyaux de ces leucocytes grandissent vite, et il arrive de même de leur protoplasme, qui s'étend, se colorant d'une façon intensive en bleu par le mélange Romanowsky. Ils présentent alors des dimensions qu'ils atteignent rarement à l'état normal.

» Après l'injection de lécithine dans le péritoine des cobayes, nous avons remarqué un afflux de leucocytes beaucoup plus considérable qu'avec un volume égal de simple solution physiologique. Dans l'exsudat péritonéal provoqué par la lécithine, la prédominance numérique des mononucléaires sur les polynucléaires s'établit bien avant que dans l'exsudat péritonéal provoqué par la solution physiologique ou par du bouillon; et la phase de l'englobement total de ces seconds leucocytes par les premiers présente, à son tour, une avance notable dans l'exsudat de lécithine sur l'exsudat à eau physiologique, où cette phase se produit exactement 48 heures après l'injection. Les mononucléaires de l'exsudat déterminé par la lécithine atteignent, en peu de temps, un développement considérable; ils s'étendent et présentent dans leur intérieur de nombreuses vacuoles.

» *En résumé*, les observations ci-dessus confirment l'augmentation déjà signalée du nombre des hématies; elles montrent, en outre, que la résistance de ces cellules augmente également. A l'égard des globules blancs nos recherches établissent que la lécithine provoque une poussée considérable de mononucléaires.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Étiologie de la peste bovine*. Note contenue dans un pli cacheté déposé le 24 juillet 1899; par MM. **Nicolle** et **Adil-Bey**.

« Constantinople, le 23 juin 1899.

» Depuis le début de nos études sur la peste bovine, la recherche du microbe, cause première de l'affection, nous a spécialement préoccupés.

» Dès 1898, nous avons obtenu, à plusieurs reprises, des cultures positives. Celles-ci nous ont démontré qu'il s'agit d'un organisme invisible au microscope. Malheureusement, jusqu'ici, nous ne sommes point parvenus à cultiver régulièrement le parasite et, dans les cas favorables, celui-ci a rapidement perdu sa virulence.

» Comme microbes invisibles, on connaît, à l'heure actuelle, celui de la péripneumonie, découvert par MM. Nocard et Roux, et aisément cultivable; et celui de la fièvre aphteuse, découvert par M. Löffler, mais non cultivé. Le second est tellement petit qu'il traverse la bougie Berkefeld; le premier, au contraire, est retenu par elle.

» Nous allons prouver que le microbe de la peste bovine traverse la bougie Berkefeld dans certaines conditions déterminées. Il est donc inter-

médiaire, comme dimensions, entre l'organisme de MM. Nocard et Roux et celui de M. Löffler.

» Lors de nos premières recherches, il nous avait semblé que les liquides virulents perdaient toute activité après filtration. Cela tient à ce que nous n'avions opéré que sur de faibles quantités de liquide. Témoin l'expérience suivante :

» *Expérience I.* — Le 19 novembre 1898, on étend, au $\frac{1}{10}$, avec de l'eau de conduite, 2^{cm^3} de sang virulent défibriné. On additionne, comme indicateur, d'une culture de *prodigiosus*. On filtre. Le filtrat ensemencé demeure stérile. Inoculé, à la dose de 3^{cm^3} (représentant $\frac{3}{10}$ de centimètre cube du sang originel), sous la peau d'un veau (âgé d'un an, race de Crimée), il ne lui donne ni la peste ni l'immunité.

» Nous pourrions citer plusieurs essais tout à fait semblables, dans lesquels la dose injectée a varié de $\frac{3}{10}$ de centimètre cube à 2^{cm^3}.

» Pensant que le virus pourrait traverser la bougie, s'il était plus dilué et réparti dans un milieu de filtration plus facile, nous avons fait l'essai suivant :

» *Expérience II.* — Le 27 décembre 1898, 20^{cm^3} de liquide céphalo-rachidien virulent, étendus de parties égales d'eau et additionnés de staphylocoque doré comme indicateur, sont filtrés sur Berkefeld. Le filtrage se montre stérile. On inocule 30^{cm^3} (représentant 15^{cm^3} de la sérosité originelle) sous la peau d'un veau (âgé d'un an, Crimée), qui ne présente rien d'anormal. On réinocule l'animal le 5 janvier 1899 dans la chambre antérieure (mode d'infection le plus sévère) avec $\frac{3}{10}$ de centimètre cube de sang virulent. Résultat nul. On injecte, le 13 janvier 1899, sous la peau, 2^{cm^3} de liquide céphalo-rachidien virulent (volume très supérieur à la dose mortelle minima). Rien encore. Le veau a donc été vacciné par le filtrat, vaccination démontrée par l'extrême sensibilité de la race à laquelle il appartient.

» Poussant alors les choses à l'extrême, nous avons voulu savoir si des quantités énormes de liquide filtré infecteraient sûrement les Bovidés. L'expérience a répondu à notre attente, comme on va le voir par les deux exemples suivants :

» *Expérience III.* — Le 20 février 1899, 3^{l} de sérum virulent sont étendus de parties égales d'eau, filtrés et inoculés à un veau (un an, race d'Anatolie). Celui-ci prend la peste bovine type. Immédiatement après la filtration, on avait fait passer sur la bougie 500^{cm^3} d'une culture en bouillon de choléra des poules, étendus de partie égale d'eau. Le filtrat inoculé à deux pigeons, à la dose de 2^{cm^3} pour chacun, s'était montré inoffensif.

» La culture de choléra des poules, employée dans cette expérience et dans celles qui suivent, est active à moins d'un millionième de centimètre cube.

» *Expérience IV.* — Le 29 avril 1899, on mélange 3^{l} de sang virulent défibriné avec 9^{l} d'eau salée à 1 pour 100. On laisse déposer les globules pendant 6 jours. On

décante le liquide clair, on le filtre, et on l'inocule à un veau (un an, mixte-gris, Crimée). La dose injectée a été de 8^l. L'animal prend la peste bovine type. Immédiatement après la filtration, on a fait passer sur la bougie 6^l de bouillon additionnés de 1^l d'eau de conduite et de 1^l de culture en bouillon de choléra des poules. Le filtrat entier (8^l), mis à l'étuve, est resté stérile; deux pigeons inoculés avec 5^{cm^3} de ce filtrat, sont restés en bonne santé.

» *N. B.* — Tous les animaux (Bovidés) inoculés dans les expériences que nous rapportons ici, ont été isolés hors de l'Institut bactériologique jusqu'au jour d'apparition de la fièvre.

» En présence de ces résultats, le doute n'était plus permis. Mais, pour éviter la nécessité de filtrer d'aussi grandes quantités de liquide et d'inoculer des doses massives, nous avons eu recours à un artifice. En usant suffisamment la bougie Berkefeld, on peut arriver à une épaisseur limite pour laquelle le passage des organismes vulgaires reste impossible, tandis que celui du microbe de la peste bovine se trouve grandement facilité. En voici la preuve :

» *Expérience V.* — On prend une bougie Berkefeld n° 2. On use régulièrement le tiers moyen, de façon à réduire l'épaisseur de 8^{mm} à $5^{mm},5$-6^{mm}. Le 12 mai 1899, on filtre, sur cette bougie transformée, $1^l,5$ de bouillon altéré ; le filtrat reste stérile. Le 13 mai, on filtre 2^l de « lavage péritonéal » virulent, additionnés de 200^{cm^3} de culture en bouillon du choléra des poules. On inocule 250^{cm^3} du filtrat à un veau (un an, Crimée); il contracte la peste type. On inocule 15^{cm^3} à trois pigeons (5^{cm^3} chacun) ; ils résistent. La bougie a servi plusieurs fois ultérieurement et s'est montrée excellente vis-à-vis de liquides de culture variés.

» *N. B.* — Tous les pigeons inoculés dans nos expériences ont été éprouvés ensuite avec le choléra des poules et ont succombé. Il ne pouvait d'ailleurs, *a priori*, s'agir de vaccination, à cause de l'extrême virulence des cultures employées.

» Le lavage péritonéal dont il vient d'être question avait été obtenu de la façon suivante. 2 heures 30 avant d'être sacrifié, un animal infecté avait reçu dans le péritoine 4^l d'eau peptonisée à 0,25 pour 100 et salée à 0,25 pour 100. Nous employons souvent ce moyen pour nous procurer en abondance un liquide toujours très virulent, privé d'hématies, pauvre en fibrine et précieux à plusieurs points de vue.

» *Expérience VI.* — On prend une bougie Berkefeld n° 11. On use régulièrement son tiers supérieur, de façon à réduire le diamètre total moyen de 25^{mm} à 19^{mm} (ce qui donne une épaisseur d'environ 4^{mm} pour la paroi filtrante). Le 6 juin 1899, on filtre 200^{cm^3} de « lavage péritonéal » virulent, additionnés de 200^{cm^3} de culture en bouillon de choléra des poules. On répartit le filtrat dans 8 tubes à essai. 4 tubes sont mis à l'étuve ; ils restent stériles ; 2 sont ensemencés, comme témoins, avec le choléra des poules et mis à l'étuve : culture rapide et abondante ; 2 enfin sont conservés pour les inoculations. On injecte, le 7 juin 1899, 10^{cm^3} du filtrat à un veau (10 mois, Crimée) et 20^{cm^3} à un autre (un an et demi, Crimée). Tous deux contractent la peste bovine.

» Comme on le voit, le virus traverse parfaitement la paroi filtrante

amincie. Nous n'avons pas encore injecté des quantités de filtrat inférieures à 10^{cm^3}. Mais il est certain qu'on réussirait avec des doses plus faibles.

» Le principe étant démontré, il est d'ailleurs facile de faire construire des bougies d'épaisseur convenable. Nous nous en occupons dès maintenant, car le microbe de la peste bovine n'est certes pas le seul des parasites inconnus qui appartienne aux organismes invisibles. Avec des filtres appropriés, on pourra sans peine rechercher si tel ou tel virus appartient à cette nouvelle famille de parasites.

» Mais il faudra tenir compte de la notion suivante. Quelque favorable que soit la bougie, elle ne peut laisser passer qu'une fraction des germes, ceux qui sont absolument libres. Si, comme nous le pensons (d'après nos recherches et l'interprétation des expériences de divers auteurs), l'organisme de la peste bovine est toujours contenu dans les leucocytes ([1]), on conçoit que tous les parasites encore adhérents aux globules blancs ou à leurs débris soient forcément arrêtés par la cloison poreuse. On conçoit aussi que plus le liquide virulent est difficile à filtrer (de par les corps qu'il contient en solution ou en suspension), plus la bougie doit devenir rapidement impropre au passage des germes.

» Comme, dans diverses affections, les microbes présumés invisibles peuvent être également intraleucocytaires, il sera urgent de les libérer le plus complètement possible (trituration mécanique, congélations et dégels successifs, etc.) et de les émulsionner dans un liquide suffisamment abondant et facilement filtrable. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une chute de pluie observée à Périers (Manche).* Note de M. Sebillaut, présentée par M. L. Cailletet. (Extrait.)

« Le mercredi 22 janvier 1902, vers 10^h du soir, il s'est produit à Périers (Manche), une chute de pluie dont les particularités méritent d'être signalées.

» L'eau recueillie dans des baquets avait l'apparence d'une eau de lessive; dans un vase en verre, elle ressemblait plutôt à de l'eau que l'on aurait agitée avec de l'argile. Elle était trouble et jaunâtre; inodore, mais d'une saveur terreuse et très faible-

---

([1]) Peut-être aussi dans l'endothélium capillaire, comme le bacille du rouget chez le pigeon infecté.

ment salée. Après 24 heures de repos dans un ballon, elle se clarifia et présenta alors un aspect quelque peu blanchâtre; au fond du ballon était un abondant dépôt, presque exclusivement siliceux.

» J'en ai fait une analyse qualitative. Elle renfermait notamment : du carbonate de calcium en quantité notable; même un peu de chaux libre; des sulfates; et, aussi, des chlorures, mais en très petite quantité; point, ou des traces seulement de matières organiques.

» Il est bon de remarquer que les eaux de nos puits contiennent en plus ou moins grande abondance les sels ci-dessus désignés.

» Cette pluie a dû tomber pendant quelques heures. Le lendemain matin, les feuilles des choux, le linge étendu, étaient recouverts d'une couche relativement épaisse d'un dépôt siliceux.

» D'après mes renseignements, le même phénomène s'est produit à Gouville, localité voisine de la mer et située au sud-ouest et à 20^{km} environ de Périers; il ne paraît pas s'être manifesté plus au nord de cette dernière ville.

» C'est un phénomène de même ordre, ce me semble, que les pluies dites *de grenouilles*. Il n'y a pas lieu de supposer, en effet, que ce soit une masse de poussière enlevée par le vent et ramenée sur le sol par la pluie, qui ait produit le fait, car la terre était déjà détrempée par les pluies précédentes.

» Reste donc cette explication connue : De l'eau séjournant après les pluies sur un sol plus ou moins siliceux, et formant un étang très peu profond, a dû être enlevée par un vent violent et transportée à travers les airs, jusqu'au moment où la pesanteur a pu la ramener vers la surface.

» Il est possible d'ailleurs que l'eau tombée à Gouville et à Périers ait une même origine, car le vent soufflait depuis quelques jours déjà et avec assez de violence du sud-ouest..... »

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 janvier 1902.

François Viète, inventeur de l'Algèbre moderne, 1540-1603. *Notice sur sa vie et son œuvre*, par Frédéric Ritter. Paris, 1895; 1 fasc. in-8°.

François Viète, inventeur de l'Algèbre moderne, sa vie, son temps, son œuvre, par Frédéric Ritter, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. *Manuscrit*, relié en 4 vol. in-f°.

Œuvres mathématiques de François Viète de Fontenay, Maître des requêtes ordinaires à l'hôtel du roi. Traduction par Frédéric Ritter. *Manuscrit*, relié en 6 vol. in-f°. (Ces trois Ouvrages ont été offerts en hommage par M. Ch. Ritter, au nom de la veuve et des enfants de l'Auteur.)

Histoire de l'Observatoire de Paris, de sa fondation à 1793, par C. Wolf, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Wolf.)

Quelques réflexions sur la Mécanique, suivies d'une première Leçon de Dynamique, par Émile Picard, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Picard.)

Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Exposition internationale de 1900 *à Paris. Rapports du Jury international : Introduction générale.* Deuxième Partie : *Sciences*, par M. Émile Picard, Membre de l'Institut. Paris, Imprimerie Nationale, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Picard.)

L'Année biologique : Comptes rendus des travaux de Biologie générale, publiés sous la direction de M. Yves Delage, Membre de l'Institut. 5e année, 1899-1900. Paris, Schleicher frères, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Delage.)

Congrès international des Mines et de la Métallurgie. — Rapports présentés sur la demande de la Commission d'organisation : 4 vol. in-8° et 4 atlas in-f°. [*Bul. de la Soc. de l'Industrie minérale*, 3e série, t. XIV, 3e livr. (1re et 2e p.), 4e livr. (1re et 2e p.). Saint-Étienne, 1900.] — *Travaux du Congrès :* 3 vol. in-8° et 2 atlas in-f°. (*Bull. de la Soc. de l'Industrie minérale*, 3e série, t. XV, 1re, 2e, et 3e livr. Saint-Étienne, 1901.) (Présenté par M. Haton de la Goupillière, Président du Congrès.)

Exposition universelle de 1900. *Congrès international de Mécanique appliquée, tenu au Conservatoire national des Arts et Métiers, du* 19 *au* 25 *juillet* 1900 : t. I, *Rapports présentés au Congrès;* t. II, *Séances du Congrès : Procès-verbaux;* t. III, *Séances du Congrès : Communications et Conférences.* Paris, Vve Ch. Dunod, 1901; 3 vol. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière, Président du Congrès.)

Communications présentées devant le Congrès international des méthodes d'essai des matériaux de construction, tenu à Paris du 9 *au* 16 *juillet* 1900 : t. I, *Études générales;* t. II, 1re partie, *Métaux;* 2e partie, *Matériaux autres que les*

métaux. Liste des Membres. Procès-verbaux des Séances. Paris, Vve Ch. Dunod, 1901; 4 vol. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière, Président du Congrès.)

Huit feuilles de diverses Cartes nouvellement éditées par le Service géographique de l'Armée : Afrique (région septentrionale), échelle de $\frac{1}{2000000}$: *Kelabo* (Ben-Ghazi, 7), feuille n° 13; *Cap Elba*, f. n° 15. Région orientale : *Souakin*, f. n° 22. — Tunisie. échelle de $\frac{1}{100000}$: *lama*, f. n° 22; *Ksour* (Le Kef), f. n° 29; *Djebeniana*, f. n° 51; *Sfax*, f. n° 57. — Asie, échelle de $\frac{1}{100000}$: *Canton*, f. 24^n, 114e. (Envoi de M. le Ministre de la Guerre.)

Ministère de la Marine. *Revue maritime*. t. CLII, 484e livraison, janvier 1902. Paris, R. Chapelot; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : Louis Olivier. 13e année, n° 1, 15 janvier 1902. Paris, Armand Colin; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société contre l'abus du tabac, 26e année, n° 1, janvier 1902. Paris, 1 fasc. in-12.

Ligue nationale contre l'alcoolisme : La Tempérance, Bulletin de la Société française de tempérance; vol. XXVI, n° 1, janvier 1902. Paris; 1 fasc. in-8°.

Journal du Gaz et de l'Électricité, bi-mensuel, Directeur : P. Thiercelin. 22e année, n° 1, 15 janvier 1902; Paris; 1 fasc. in-4°.

Scientific papers, by John-William Strutt, baron Rayleigh; vol. III, 1887-1892. Cambridge, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Die tägliche Periode der erdmagnetischen Elemente, von Dr H. Fritsche. Saint-Pétersbourg, 1902; 1 fasc. in-8°.

Sulla questione del campo magnetico generato dalla convenzione elettrica e su altre analoghe questioni : Communicazione del Prof. Augusto Righi. Pise, 1901; 1 fasc. in-8°.

Gewitter-Registrator construirt von P. Johann Schreiber, S. J., beschreiben von J. Fényi, S. J. Kalocsa, 1901; 1 fasc. in-8°.

Observatorio del Colegio Pio de Villa Colon. El ano meteorologico 1898-1899 *y* 1899-1900, por el P. Juan de Dios Moratorio. Montevideo, 1901.

Observations made at the Royal magnetical and meteorological Observatory at Batavia, pub. by order of the Government of Netherland's India, by Dr S. Figee, Director. Vol. XXII, part II, *containing the results of magnetical observations during the period* 1882-1899. Batavia, 1901; 1 fasc. in-f°.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz; neue Folge, XI. Lieferung : *Geologie der Umgebung von Geterkinden im Basler Tafeljura,* von August Buxtorf. Berne, 1901; 1 fasc. in-4°.

Annual Report of the Smithsonian Institution, 1900. Washington, 1901; 1 vol. in-8°.

Report of the superintendent of the United States naval Observatory, for the fiscal year ending june 30, 1901. Washington, 1901; 1 fasc. in-8°.

Appendix to Nautical Almanac 1902. *Corrections to the apparent places of Nautical Almanac stars visible at Greenwich.* 1 fasc. in-8°.

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft; Jahrgang XXXV (1902), n° 1. Berlin, 1902; 1 fasc. in-8°.

Chemische Zeitschrift, herausgegeb. v. Prof. Dr Félix-B. Ahrens; Jahrgang I, Nr. 8. Leipzig, 1902; 1 fasc. in-4°.

Anales del Museo nacional de Montevideo, pub. bajo la direccion del Prof. J. Arechavaleta; t. IV, entr. 22 : *Stipeae Platenses*, auctore Carolo Spegazzini. Montevideo, 1901; 1 fasc. in-8°.

University of Pennsylvania. Contributions from the Zoölogical Laboratory, 1900. Boston, Mass., 1901; 1 vol. in-8°.

Memorias y Revista de la Sociedad cientifica Antonio Alzate, pub. bajo la direccion de Rafael Aguilar y Santillan; tomo XVI (1900), n° 1. Mexico, 1901; 1 fasc. in-8°.

Anales de la Associacion de Ingenieros y Arquitectos de Mexico; t. IX. Mexico, 1900; 1 vol. in-8°.

Atti della Reale Accademia dei Lincei, 1902; ser. V. *Rendiconti : Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali;* vol. XI, fasc. 1. Rome, 1902; 1 fasc. in-4°.

Archivo bibliographico da bibliotheca da Universidade de Coimbra; vol. II, n° 1. Coïmbre, 1902; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 23 décembre 1901.)

Note de MM. *Léon Bertrand* et *O. Mengel*, Observations sur le synclinal d'Amélie-les-Bains :

Page 1256, ligne 5, en remontant, *lisez* très exagéré par suite de l'existence de ces replis successifs.

Page 1257, ligne 2, *au lieu de* la Paladda, *lisez* Palalda.

Page 1257, ligne 36, *au lieu de* Paladda, *lisez* Palalda.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 FÉVRIER 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Alfred Picard*, comme Académicien libre, en remplacement de M. de Jonquières.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Alfred Picard** prend place parmi ses Confrères.

MÉDECINE. — *Sur un traitement spécifique très puissant des fièvres paludéennes.* Note de M. **Armand Gautier**.

« Au moment où les peuples de l'Europe établissent leurs colonies au sein des continents africain et asiatique, dans des pays souvent couverts de bois et de marécages où le blanc est exposé aux atteintes de la malaria et d'autres fièvres, la découverte d'un spécifique aussi puissant ou plus puissant que la quinine, qui ne suffit pas toujours à dompter la maladie sous ses formes les plus graves ou les plus tenaces, serait certainement un bienfait.

» Tout le monde sait que l'arsenic est préconisé depuis longtemps comme un agent reconstituant dans la cachexie palustre. Avant le quinquina [1], Melchior Friccius, il y a trois siècles, recommandait déjà l'arsenic comme le meilleur des remèdes alors connus [2]. En 1786, Fowler pu-

---

[1] Découvert en 1638.

[2] Il dit : *Experientia non docebit arsenicum in febrilus intermittentibus adhibitum, omnes eas dotes possidere quibus optima remedia prædita esse debent.*

bliait les succès de sa liqueur. Plus tard, au XIXe siècle, Fodéré, Lordat, et surtout Boudin (1842) et Sistach, pronèrent de nouveau le traitement de Friccius et de Fowler dans le paludisme.

» Mais la médication par l'acide arsénieux a toujours revêtu un tel caractère d'incertitude dans ses effets et de danger pour le malade, que ce médicament ne fut jamais considéré comme substituable à la quinine.

» Le principal promoteur de cette médication, Boudin, remarque d'ailleurs que *le degré d'efficacité des préparations d'arsenic est subordonné d'une manière manifeste à la constitution médicale régnante*, en un mot que les effets des arsénicaux restent incertains.

» Aussi, dans son *Traité des fièvres intermittentes* (1870), M. Léon Colin se montre-t-il très réservé sur l'emploi de l'arsenic, qu'il conseille seulement dans les cas de fièvres bénignes *qui ne réclament aucune précipitation thérapeutique, et qu'il recommande surtout comme reconstituant dans les cachexies palustres* ([1]). Dix-neuf ans après, dans leur savant Ouvrage sur les *Maladies des pays chauds* (1889), MM. Kelsch et Kiener consacrent à peine une demi-page à la médication arsénicale qu'ils réservent au *traitement de l'anémie consécutive à l'intoxication palustre chronique* ([2]). Enfin M. Laveran, dans son *Traité du paludisme* paru en 1898, écrit que les effets reconstituants de l'arsenic administré à petites doses et longtemps sont hors de doute, mais que son action fébrifuge est très contestable et qu'aucun médecin consciencieux ne voudrait faire l'essai du traitement de Boudin dans les formes graves du paludisme ([3]).

» Ainsi, depuis le XVIIIe siècle, l'idée que l'arsenic, en dehors de son action tonique et reconstituante puissante, pouvait avoir une vertu fébrifuge propre, avait perdu peu à peu tout crédit.

» Lorsque, en 1898, je découvris les effets thérapeutiques des cacodylates, je me rappelai cette tradition médicale et j'essayai à mon tour d'appliquer l'arsenic, sous cette nouvelle forme, au traitement de la cachexie palustre. Dans ma première Communication à l'Académie de médecine ([4]) j'annonçais que j'avais pu guérir, des suites d'un impaludisme invétéré, deux malades ayant contracté les fièvres, l'un en Chine, en 1861, l'autre au bord des marais de la Méditerranée, tous les deux anémiés et repris de temps en temps d'accès larvés reparaissant à longues échéances.

([1]) Léon Colin, *Traité des fièvres intermittentes*, Paris, 1870, p. 395 et 459.

([2]) *Traité des maladies des pays chauds*, Paris, 1889, p. 871.

([3]) A. Laveran, *Traité du paludisme*, Paris, 1898, p. 387.

([4]) *Bull. de l'Acad. de Méd.* (1899), 3e série, t. XLII, p. 610 (Note).

» M. A. Billet, puis M. Simonesco, ont à leur tour prôné, au même point de vue, les effets de ces cacodylates qu'ils considèrent *comme de bons agents réparateurs dans la cachexie consécutive à la malaria* (¹). Mais la pensée que l'arsenic sous sa forme latente peut devenir un véritable spécifique de la fièvre intermittente, un succédané de la quinine, bon à administrer dans les cas aigus ou pernicieux, ne venait à personne, tant l'opinion de la spécificité exclusive des sels de quinine dans la malaria, de leur nécessité presque absolue, paraissait établie sur des preuves définitives et sans nombre.

» Pour moi, même après mes premiers essais de 1898, j'ai passé près de deux ans à m'habituer à l'idée qu'on pourrait remplacer peut-être la quinine par les cacodylates ou toutes autres combinaisons où l'arsenic a perdu sa toxicité.

» Entre temps, avec mon préparateur actuel, M. Mouneyrat, j'ai étudié au laboratoire quelques-uns des composés arsénicaux à radicaux organiques, connus ou qu'on peut rationnellement prévoir et qui feront le sujet d'un travail chimique ultérieur.

» La plus simple de ces combinaisons, celle qui se rapproche le plus du cacodylate de soude ou *diméthylarsinate sodique* $As(CH^3)^2O^2Na$, est le méthylarsinate disodique $As(CH^3)O^3Na^2$, corps déjà obtenu avant ces recherches. Après nous être assurés sur les animaux, mon préparateur et moi, de sa très faible toxicité (²), j'en ai examiné les effets, avec prudence, d'abord sur moi-même, puis sur le jeune fils d'un de mes serviteurs que j'ai pu délivrer, en juin 1901, d'une tache de la cornée transparente de l'œil droit qui empêchait toute vision de ce côté et qu'on avait inutilement traitée, depuis cinq mois, dans les cliniques spéciales. Enfin, j'ai pu conseiller l'emploi de ce sel dès le commencement de juillet 1901 aux médecins des hôpitaux, mes collègues et amis, qui ont bien voulu l'expérimenter avec moi. Ces recherches feront l'objet d'un Mémoire spécial. Pour aujourd'hui, je veux seulement faire connaître à l'Académie des Sciences l'action très remarquable de ce médicament dans le traitement des fièvres paludéennes.

(¹) A. BILLET : *Congrès international de Médecine*, août 1900. Voir aussi *Paludisme : Contribution à l'étude de la fièvre intermittente quarte* (*Bulletin médical de l'Algérie*; juillet-août 1901).

(²) Un chien de 15^{kg} a résisté à une injection sous-cutanée de 50 centigrammes de ce sel. Six souris blanches moururent seulement après avoir ingéré 56 grammes de ce sel par kilogramme de leur poids.

» Sur le conseil de notre savant Collègue, M. Laveran, que j'avais entretenu de mes projets, j'ai envoyé sous le nom de *sel arsénical* β une petite provision de méthylarsinate disodique à M. A. Billet, médecin en chef de l'hôpital militaire de Constantine, docteur ès sciences, dont les habitudes de précision et la haute compétence en tout ce qui touche au paludisme me donnaient toute garantie. Pratiquant dans un pays où les fièvres paludéennes règnent endémiquement, et souvent sous une forme grave, M. Billet était particulièrement placé pour choisir ses malades et suivre ces études. Il accepta d'autant mieux de m'y aider qu'il était chargé de donner son avis dans une enquête sur l'introduction des cacodylates dans les hôpitaux de l'armée, et que je lui faisais connaître la grande analogie de constitution et de propriétés du *sel arsénical* que je lui envoyais et des cacodylates.

» Vu la gravité des affections paludéennes d'Afrique, il fut convenu que ce sel serait administré aux malades aux doses de 5 à 10 centigrammes en injections hypodermiques, afin d'assurer la rapide et complète absorption du médicament. Ces injections sont indolores.

» Les résultats obtenus ont dépassé mes espérances : *Les neuf malades ainsi traités, et qui tous étaient restés réfractaires à l'action des sels de quinine à haute dose, furent rapidement guéris.* Chez deux seulement se sont produites de courtes rechutes qui cédèrent rapidement à de plus fortes doses du médicament.

» On remarquera qu'il s'agit ici de fièvres paludéennes graves contractées et soignées en Afrique. Voici quelques-unes de ces observations :

» I. Leut... est atteint d'une première attaque de paludisme le 14 octobre 1901. D'abord quotidiens, les accès ont pris le type tierce à partir du 20 octobre avec paroxysmes arrivant à $t = 40°,8$. Malgré l'emploi de la quinine à fortes doses ($1^{gr},50$) les rechutes se produisent tous les 8 jours environ. Nouvel accès moins violent le 16 janvier 1902 avec $t = 38°,6$. L'accès dure de 10^h du matin à 6^h du soir. A l'examen du sang, les hématozoaires spécifiques de Laveran se présentent sous la forme la plus petite ; ils sont peu nombreux. Le malade est très anémié.

» Le 17 janvier, lendemain du dernier accès, à 9^h du matin, en apyrexie, on fait une seule injection sous-cutanée de 5 centigrammes du sel arsénical. 24 heures après, un examen microscopique minutieux permet de constater la disparition complète des hématozoaires spécifiques. La guérison s'est maintenue jusqu'à aujourd'hui.

» II. Dub.... Première atteinte de paludisme le 10 septembre 1901. Accès très violents, quotidiens au début ; ils ne cessent momentanément que par l'administration de 1^{gr} à 2^{gr} de sulfate de quinine. Ils reviennent encore les 14 et 16 janvier 1902. Température maximum : $39°,4$. — Le 17, à 9^h du matin, on injecte au malade 5 cen-

tigrammes de sel arsénical. Le 18, tous les hématozoaires (grosses amibes pigmentées) ont disparu. Une seule injection a suffi. Apyrexie complète depuis lors.

» III. Geoff... est atteint de paludisme depuis le 11 septembre 1901; type tierce à rechutes fréquentes. Fièvre très forte; maximum, 40°,8. Les hautes doses de quinine diminuent la violence des accès, mais ne les suppriment pas. Ils reparaissent environ tous les huit jours. Dernier accès le 16 janvier 1902. Maximum, 38°,2. Hématozoaires de petite forme assez nombreux (quatre à cinq par champ du microscope). Cachexie avancée. Le lendemain du dernier accès, à 9h du matin, injection de 5 centigrammes de sel arsénical. Vingt-quatre heures après, le sang est examiné : les hématozoaires ont presque disparu, mais ils réapparaissent en assez grand nombre le 19 sans toutefois donner d'accès nouveau. On fait alors une seconde injection de 5 centigrammes de sel arsénical. Le lendemain, disparition complète des hématozoaires spécifiques. La guérison s'est maintenue depuis.

» IV. Soul.... Ce malade a eu sa première atteinte de paludisme le 1er octobre 1901. Les accès sont quotidiens, assez violents; les températures dépassent souvent 40°. Malgré la quinine à haute dose, les rechutes sont fréquentes. La cachexie est notable. Un accès très violent se produit encore le 18 janvier 1902; il dure toute la journée; température maximum : 39°,6. Les hématozoaires sont nombreux et de petite forme.

» Première injection de 5 centigrammes de sel arsénical le 19 au matin. Disparition graduelle des hématozoaires constatée le 19, puis le 20 janvier. Deuxième injection de 5 centigrammes le 21 à 9h du matin. Disparition complète des hématozoaires. Guérison confirmée depuis.

» V. Argill.... Première attaque de paludisme le 14 juillet 1901. Accès quotidiens violents, arrivant à 40°, et résistant aux fortes doses de quinine. Rechutes fréquentes en octobre, novembre, décembre 1901 et janvier 1902, toujours du type quotidien. Nouvel accès le 22 janvier. Il dure de 5h du soir au lendemain 9h du soir; $t = 39°,8$. Hématozoaires de petite forme avec croissants assez nombreux. Cachexie avancée.

» Première injection de 5 centigrammes de méthylarsinate sodique le 23 à 9h du matin, en plein accès. Deuxième injection le 24. Troisième le 25; ces deux dernières de 75 milligrammes. La disparition des hématozoaires semble complète. L'apyrexie se prolonge jusqu'au 28, mais il y a un accès moyen ce jour-là. On donne 5 centigrammes de sel arsénical le 29 et 75 milligrammes le 30, cette fois par la bouche. Apyrexie depuis le 28 janvier.

» Remarquons, dans ce cas, la ténacité de la fièvre malarique. On sait que le type quotidien est le plus réfractaire à l'action de la quinine.

» VI. Enim.... Première atteinte de paludisme le 15 septembre 1901. Accès tierces dès le début *à allures pernicieuses*, durant près de 24 heures et faisant monter la température à 40°,8. On essaye en vain de les arrêter avec la quinine à la dose quotidienne de 1gr,50. Rechutes graves et fréquentes en novembre, décembre 1901 et janvier 1902. Cachexie profonde. Le dernier accès, avant le traitement arsénical, a lieu le 18 janvier avec $t = 39°,7$. Les hématozoaires sont nombreux dans le champ du microscope.

» Première injection de 5 centigrammes de sel arsénical le 19 au matin en apyrexie. La dose est insuffisante ou trop tardivement appliquée, car l'accès revient dans la soirée du même jour et dure jusqu'au 20 au soir, avec légère rémission dans la matinée.

Seconde injection le 21 à 9^h du matin, en apyrexie. On retrouve encore quelques hématozoaires dans le sang. Léger accès le soir du 21 : d'où, nouvelles injections de 5 centigrammes les 22, 23 et 24 janvier. A partir du 21 *on assiste à la disparition graduelle des hématozoaires;* elle est complète le 23. Apyrexie depuis le 22. Guérison confirmée depuis.

» VII. Roch... a été atteint pour la première fois de paludisme le 30 septembre 1901. *Les accès sont quotidiens et très violents avec caractères pernicieux de forme typhique.* Ils durent toute la journée, avec courtes rémissions matinales; température maximum : 40°,9. Rechutes nombreuses jusqu'au 16 janvier 1902, malgré de très fortes doses de quinine. A ce moment la cachexie est profonde, les hématozoaires sont très abondants, de petite forme, avec croissants.

» Première injection du sel arsénical le 17 janvier à 9^h; deuxième injection le 19 à 10^h en apyrexie. Nouvel accès le 20 dans la soirée; température 39°,2; troisième injection de 5 centigrammes de sel le 21 janvier. Nouvel accès le 21 et le 22, d'où quatrième injection de 5 centigrammes le 22. Tous les hématozoaires ont alors disparu.

» Depuis, l'apyrexie est complète, la guérison est confirmée.

» Ainsi, malgré l'emploi volontaire de doses un peu trop faibles de ce nouveau médicament, ce qui constituait une bonne règle de prudence pour ces premiers essais, tous les malades, même ceux à accès quotidiens et à caractères pernicieux, ont été rapidement guéris en une, deux, très rarement plus de trois injections. La répétition des injections arsénicales n'eût probablement pas été nécessaire si le sel eût été donné aux doses de 10 et même de 15 centigrammes qui devront peut-être être atteintes dans les cas les plus graves et qui sont généralement bien tolérées. On a dit plus haut que, chez aucun des malades précédents, la quinine, à doses élevées, n'avait pu assurer la guérison définitive ni faire disparaître entièrement les hématozoaires spécifiques. La médication nouvelle paraît donc, au point de vue de son efficacité, plus puissante que la médication par la quinine.

» Elle a sur elle d'autres avantages encore.

» Contrairement à ce qui se passe quand on recourt aux préparations de quinine, dès le lendemain de leurs derniers accès les malades traités par le méthylarsinate de soude peuvent s'alimenter : l'état saburral de la langue disparaît; l'appétit et les forces renaissent chez tous rapidement.

» Enfin, et c'est aussi un considérable progrès, la déglobulisation du sang, qui augmente à chaque accès et se poursuit encore, avec la médication quinique ordinaire, sous l'action des hautes doses de quinine, non seulement s'arrête lorsqu'on recourt au méthylarsinate, mais elle est remplacée par une reproduction rapide des hématies. En un mot, *le sel*

arsénical supprime entièrement l'anémie palustre. Les chiffres suivants le démontrent.

» M. le D[r] A. Billet a bien voulu compter les globules et apprécier l'hémoglobine de quelques-uns de ces malades. Voici les résultats :

	Nombre de globules rouges par millimètre cube de sang.			Hémoglobine en 100 de sang.	
Numéros des malades.	Avant l'injection.	24 heures après l'injection.	48 heures après l'injection.	Avant l'injection.	De 24^h à 48^h après.
I. Leut	5596000	3956000	4120000	12,3	13,2
II. Dub........	3255000	3844000	»	10,6	11,3
III. Geoff......	2740000	3317000	3420000	12,2	12,7
IV. Soul.......	3844000	4423000	5022000	12,5	13,2
V. Argill......	3487000	4123000	»	13,2	13,7
VI. Enim	3028000	3445000	3813000	10,6	10,9
VII. Roch	4340000	4805000	4867000 (¹)	12,6	13,1
VIII. Susch......	3131000	3534000	»	12,6	13,1

» M. A. Billet a observé que, sous l'influence du sel arsénical, les globules mononucléaires, et particulièrement les grands mononucléaires, phagocytes spéciaux de l'hématozoaire du paludisme, augmentent rapidement dans le sang. Les mononucléaires peuvent alors dépasser 68 pour 100 et plus, avec 28 pour 100 de grands mononucléaires. Ce phénomène est celui que provoque aussi la médication quinique. Le processus de l'action spécifique de la préparation arsénicale nouvelle paraît donc être le même que celui de la quinine.

» Il me semble que ces résultats sont très encourageants et autorisent à tenter l'action de ce médicament dans les grands accès pernicieux.

» Il reste encore à déterminer les doses les plus favorables, soit qu'on donne le médicament par la voie hypodermique, soit qu'on l'introduise par la bouche.

» Il faudra examiner aussi, parmi les préparations arsénicales que nous connaissons ou pouvons prévoir, y compris les cacodylates, s'il en est de plus particulièrement actives.

» Enfin, je pense qu'il y a lieu d'étudier les effets de ces mêmes composés arsénicaux organiques dans les fièvres continues et dans les fièvres éruptives. C'est ce que j'ai entrepris avec l'un des médecins les plus connus de nos hôpitaux parisiens.

(¹) Malgré deux accès survenus depuis la première injection.

» Mais, d'ores et déjà, il me semble établi que, dans les fièvres paludéennes, l'action des sels organiques où l'arsenic est latent, et particulièrement celle du méthylarsinate disodique, offre sur l'emploi des sels de quinine de grands avantages.

» Il n'est que juste de répéter encore, en terminant, que ce Travail n'a pu être mené à bien que grâce à la savante collaboration de M. le Dr A. Billet, à qui je ne saurais trop exprimer toute ma gratitude. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la cristallisation du sesquioxyde de chrome.* Note de M. **Alfred Ditte.**

« On sait que lorsqu'on calcine au rouge vif un mélange de bichromate de potasse et de sel marin, puis qu'on traite par l'eau la masse refroidie, il reste du sesquioxyde de chrome cristallisé en paillettes minces, brillantes, onctueuses, adhérant aux doigts et au papier comme de la plombagine; on admet que, le bichromate se décomposant sous l'action de la chaleur en chromate neutre et acide chromique, ce dernier se dédouble en oxygène et sesquioxyde de chrome qui, se dissolvant dans le chlorure de sodium, y cristallise lors du refroidissement de la masse. Cette explication est, pour plusieurs raisons, inadmissible : d'abord la quantité de sesquioxyde formé est trop grande; en partant de 170g de bichromate et 100g de sel marin, par exemple, on retrouve environ 25g de sesquioxyde en cristaux, quantité qui ne peut avoir été dissoute dans le bain fondu. Si d'ailleurs on vient à fondre 2g ou 3g de sesquioxyde amorphe avec 100g de chlorure, soit pur, soit mélangé de chromate neutre de potasse, on ne retrouve que l'oxyde amorphe tel qu'on l'a introduit, mêlé à quelques paillettes, rares et petites, dont la proportion fort minime peut être attribuée à une cristallisation par voie de dissolution. En second lieu, le bichromate de potasse chauffé, non plus avec du sel marin, mais avec la même proportion de chlorure de potassium, ne laisse après lavage que très peu de sesquioxyde mal cristallisé. Enfin, si l'on fait deux mélanges à parties égales, l'un de 100g de bichromate avec 100g de chlorure de sodium, l'autre du même poids de bichromate avec 100g de chlorure de potassium, si on les chauffe dans le même fourneau pendant le même temps (1 heure), on obtient, après refroidissement, deux résultats fort différents : le creuset à sel marin contient une masse boursouflée, caverneuse, légère, toute remplie de paillettes brillantes qui la rendent uniformément verte, et de laquelle on retire 18g de sesquioxyde; le creuset

à chlorure de potassium renferme une masse saline fondue, orangé clair, bien moins volumineuse que celle du premier creuset et de laquelle on extrait seulement 2g,5 d'oxyde mal cristallisé.

» De son côté, du bichromate de soude porté au rouge vif avec du sel marin se conduit comme celui de potasse; il donne une cristallisation abondante de sesquioxyde vert; avec du chlorure de potassium également, il fournit une masse verte de laquelle l'eau extrait une solution jaune de chromate alcalin neutre en laissant un dépôt considérable de sesquioxyde cristallisé.

» Il ressort de ces expériences : 1° que la cristallisation de l'oxyde chromique n'est pas due à sa solubilité dans le chlorure alcalin en fusion; 2° que le sodium paraît être très favorable à la cristallisation, tandis que le potassium ne s'y prête pas. C'est ce qui a lieu en effet et nous allons établir que le phénomène se relie à l'existence de l'oxychlorure de chrome, CrO^2Cl^2, et à ses combinaisons avec les sels haloïdes de sodium.

» Péligot a montré qu'en faisant agir à 80°, dans des conditions convenables, de l'acide chlorhydrique sur une solution saturée de bichromate de potasse, il se dégage du chlore et il se forme une liqueur rouge brun foncé qui par refroidissement dépose, en grands cristaux, un composé qu'il a découvert, le bichromate de chlorure de potassium ou chlorochromate de potasse : il lui assignait la formule $2CrO^3, KCl, HO$, et le regardait comme séparé par l'eau en bichromate de potasse et acide chlorhydrique; ce sel, qui fond à une douce chaleur, se décompose à température plus élevée, et donne, avec un dégagement de chlore et d'oxygène, un mélange de chlorate neutre de potasse avec du sesquioxyde amorphe, vert.

» On obtient plus facilement le chlorochromate de potasse par action directe de l'acide chromique sur le chlorure de potassium : lorsque, en effet, on ajoute à une solution chaude de l'acide le poids correspondant de chlorure, il se dissout immédiatement et la liqueur rouge, en refroidissant, dépose des aiguilles jaunes qui apparaissent d'abord à la surface, puis ensuite à l'intérieur, se réunissent en mamelons ou en groupes étoilés, et envahissent tout le liquide s'il est un peu concentré. L'union de l'acide avec le chlorure a été immédiate, et après dessiccation sur de la porcelaine poreuse on obtient un sel jaune, rougissant à la surface quand on l'expose au contact de l'air, soluble dans l'eau sans se décomposer. Soumise à l'action de la chaleur, cette substance fond avant le rouge sombre en un liquide foncé qui, en refroidissant, se solidifie en une masse cristalline brune; chauffée au delà de son point de fusion, elle perd de

l'eau, puis, plus haut, elle dégage un mélange de chlore et d'oxygène avec une très petite quantité de l'oxychlorure CrO^2Cl^2; le chlorochromate préparé par la méthode de Péligot retient toujours un peu de la liqueur mère, c'est-à-dire d'acide chlorhydrique et de sesquichlorure chromique hydraté; aussi, quand on le chauffe il donne plus de chlore que le sel pur, l'acide chlorhydrique réagissant sur le chlorochromate lui-même en donnant du chlore parmi les produits de la réaction :

$$2CrO^3, 2KCl, H^2O + 12HCl = 2KCl + Cr^2Cl^6 + 7H^2O + 6Cl.$$

» En remplaçant le chlorure par du fluorure de potassium on observe également la formation d'aiguilles jaune orangé groupées en mamelons qui, au bout de quelques jours, se changent en cristaux durs, transparents, rouges; ils sont formés par le composé CrO^3, KFl, tout à fait analogue au chlorochromate CrO^3, KCl.

» Mais il n'en est plus de même avec le bromure de potassium : le mélange de ce bromure avec de l'acide chromique en solutions étendues, froides, donne bien encore, comme aux cas précédents, un liquide rouge clair, mais il s'altère lorsqu'on essaie de le concentrer sous l'influence de la chaleur et dégage du brome; la décomposition avec formation de chromate de potasse, d'oxyde de chrome et de brome, est, en effet, exothermique :

$$5CrO^3 + 6KBr = 3(CrO^3, K^2O) + Cr^2O^3 + 6Br + 20^{Cal},6 \quad (^1);$$

évaporée à froid dans le vide, la liqueur se colore encore en se concentrant et elle prend l'odeur du brome; cependant elle dépose quelques cristaux transparents rouges du composé CrO^3KBr; mais, à mesure que la concentration augmente, la liqueur se charge de brome, se fonce, devient presque noire, et elle ne dépose plus que des cristaux impurs, eux aussi fortement colorés.

» La réaction s'exagère avec l'iode, car on a :

$$5CrO^3 + 6K = 3(CrO^3, K^2O) + Cr^2O^3 + 6I + 108^{Cal},0 \quad (^2);$$

aussi ne peut-on mélanger à froid deux solutions, même étendues, d'acide chromique et d'iodure de potassium, sans que de l'iode soit mis en liberté. A plus forte raison, quand on élève la température, il se dégage des vapeurs

---

(1) $+20,6 = 3(x + 98,2 + 99,6 - 5,3) + y - 3x - (y + 14,5) - 6.90,4.$

(2) $+108,0 = 3(x + 98,2 + 99,6 - 5,3) + y - 3x - (y + 14,5) - 6.75,0.$

violettes abondantes et la liqueur renferme, avec du chromate de potasse, de l'iode libre mêlé avec du sesquioxyde de chrome hydraté; on comprend que des actions du même genre ne puissent avoir lieu avec les chlorure et fluorure de potassium, elles seraient endothermiques :

$$5CrO^3 + 6KFl = 3(CrO^3, K^2O) + Cr^2O^3 + 6Fl = 124^{Cal},0 \quad (^1),$$
$$5CrO^3 + 6KCl = 3(CrO^3, K^2O) + Cr^2O^3 + 6Cl = 44^{Cal},2 \quad (^2);$$

aussi les chlorochromate et fluochromate de potasse se forment-ils, comme on l'a dit, avec une facilité extrême par l'union directe de l'acide chromique et du sel haloïde alcalin.

» La substitution du sodium au potassium modifie complètement les phénomènes. Quand on fait agir à froid de l'acide chlorhydrique sur une solution concentrée de bichromate de soude, il se précipite du sel marin, très peu soluble dans les solutions d'acide chlorhydrique; la liqueur se colore en brun à la suite de formation de chlorure chromique, il se dégage du chlore, et jamais je n'ai obtenu, par ce moyen, de cristaux du composé CrO^3NaCl. Si l'on mélange en proportions convenables des solutions d'acide chromique et de sel marin, la liqueur, rouge à froid, se colore dès qu'on la chauffe légèrement, elle dégage du chlore, devient presque noire et se réduit par évaporation lente en une masse sirupeuse foncée, qui laisse échapper des vapeurs âcres de chlore et d'oxychlorure CrO^2Cl^2; desséchée peu à peu, elle laisse une substance noire, attirant avec avidité l'humidité atmosphérique, et régénère le sirop noir, très déliquescent lui-même, duquel il ne se dépose pas de cristaux. La substance noire solide fond quand on la chauffe, puis elle se décompose, dégage encore au rouge sombre un mélange de chlore et d'oxygène, et finalement laisse un résidu de chromate de soude, avec du sesquioxyde de chrome amorphe, d'un vert très foncé, presque noir.

» Lorsqu'on évapore dans le vide au-dessus d'acide sulfurique un mélange de solutions étendues d'acide chromique et de sel marin, il se concentre en se colorant en rouge plus foncé, et à partir d'un certain degré de concentration la cloche se remplit de vapeurs colorées, très âcres, renfermant du chlore et de l'oxychlorure CrO^2Cl^2; ces vapeurs continuent de se produire à mesure que la concentration s'avance, et fina-

---

(1) $-124,0 = 3(x + 98,2 + 99,6 - 5,3) + y - 3x - (y + 14,5) - 6.114,5$.

(2) $-44,2 = 3(x + 98,2 + 99,6 - 5,3) + y - 3x - (y + 14,5) - 6.101,2$,

x et y étant les chaleurs de formation de CrO^3 et de Cr^2O^3 à partir de leurs éléments.

lement il reste un sirop très foncé dans lequel quelques cristaux sont empâtés et qui se dessèche en une masse noire ne présentant que des indices de cristallisation ; cette matière noire, entièrement soluble dans l'eau, tombe rapidement en déliquescence au contact de l'air en reproduisant le sirop noir primitif. Sous l'action de la chaleur, elle dégage des vapeurs chlorées et se détruit totalement au rouge en laissant du chromate de soude et de l'oxyde chromique amorphe, lourd, presque noir.

» Le fluorure de sodium se dissout avec facilité dans une solution tiède d'acide chromique et donne une liqueur rouge qui, très doucement évaporée, se fonce et devient bientôt un sirop épais, presque noir, déliquescent, qui finalement se dessèche en une masse très foncée ne présentant que des traces de cristallisation à la surface et attirant avec énergie l'humidité de l'air; la matière solide se décompose quand on la chauffe, et au rouge elle laisse du sesquioxyde de chrome vert très foncé, amorphe, mélangé avec du chromate alcalin. Le bromure et l'iodure de sodium donnent, en agissant sur des solutions d'acide chromique, des phénomènes analogues à ceux qui se produisent avec les sels de potassium.

» On voit, d'après ce qui précède, que l'acide chromique est capable de se combiner directement avec les sels haloïdes de potassium et de sodium, et que les combinaisons bromées et iodées se détruisent bien plus aisément que celles qui renferment du chlore ou du fluor. En outre, et c'est là ce qui est le plus important au point de vue qui nous occupe, les corps engendrés par les sels haloïdes du sodium sont très différents de ceux que peut donner le potassium : les premiers sont déliquescents et en voie de décomposition dès la température ordinaire, les seconds possèdent une stabilité de beaucoup plus considérable. C'est cette différence de propriétés qui va nous expliquer comment la cristallisation du sesquioxyde de chrome, si facile quand on calcine le bichromate de potasse avec le sel marin, est presque nulle quand on chauffe ce même bichromate avec du chlorure de potassium.

» Considérons en effet un mélange de bichromate de potasse avec un chlorure alcalin; il fond, quand on le porte au voisinage du rouge sombre, en un liquide brun foncé qui se solidifie par refroidissement en une masse jaune rougeâtre à cassure cristalline. A température plus haute, la matière se décompose et, dès que le bichromate commence à se dédoubler en chromate neutre et acide chromique, celui-ci se combine, au moins en partie, avec le chlorure au sein duquel il se produit; si c'est du chlorure de potassium, il forme le chlorochromate de potasse, qui se détruit lentement

au rouge en dégageant du chlore et de l'oxygène; si c'est du chlorure de sodium, au contraire, le chlorochromate de soude qui tend à se former se détruit immédiatement en donnant des vapeurs d'oxygène, de chlore et d'acide chlorochromique CrO^2Cl^2; ce dernier, se dégageant dans la masse encore pâteuse, la remplit de bulles, produit une matière caverneuse entièrement remplie de sesquioxyde cristallisé, et celui-ci tapisse en particulier l'intérieur des cavernes dans lesquelles les vapeurs d'oxychlorure CrO^2Cl^3 se sont décomposées en déposant des cristaux contre leurs parois. Parfois une faible partie de ce mélange gazeux s'échappe à travers la masse saline en fusion, se répand dans l'atmosphère du creuset et, là, l'oxychlorure CrO^2Cl^2 se détruit en revêtant de cristaux les parois du creuset situées au-dessus du bain liquide et même la partie inférieure du couvercle; en ces points les cristaux, au lieu d'être verts, sont noirs et doués de l'éclat métallique, comme ceux qu'on obtient en dirigeant dans un tube fortement chauffé des vapeurs d'oxychlorure pur. Il arrive encore qu'une faible portion de nos vapeurs vienne à passer entre le couvercle et les bords du creuset et, se décomposant au dehors sur les parois rouges, y dépose des traînées fort minces de petits cristaux noirs et brillants. Comme le chlorochromate de soude qui a pu se former dans ces circonstances donne des vapeurs abondantes d'acide chlorochromique, il en résulte une cristallisation, abondante aussi, d'oxyde chromique dans toute la masse, en paillettes d'un vert d'autant plus foncé qu'elles se sont formées à température plus haute, en petits cristaux métalliques noirs dans les régions le plus fortement chauffées, comme le sont les parois du creuset situées au-dessus du liquide en fusion.

» Avec le chlorure de potassium, il n'en sera plus de même; le chlorochromate de potasse qui peut se former quand l'acide chromique prend naissance au contact de ce chlorure est bien plus stable que celui de soude; il ne se décompose que très incomplètement à la température des expériences et on le retrouve en partie dans le liquide rouge plus ou moins foncé que l'eau extrait de la masse refroidie; il y a donc une proportion d'oxyde chromique isolé bien moindre que dans le cas du sel marin, et comme, d'autre part, la décomposition du chlorochromate de potasse ne donne pas de vapeurs de l'oxychlorure CrO^2Cl^2, on ne trouve qu'une faible quantité de paillettes, vert foncé, car elles se sont produites à température plus élevée que celles formées dans le sel marin.

» On s'explique aisément ainsi comment la cristallisation de l'oxyde chromique se fait mal dans le chlorure de potassium et ne porte que sur

peu de cet oxyde; on comprend bien du reste qu'il s'en puisse former un peu : en effet, quand le bichromate de potasse, en se décomposant au milieu du bain de chlorure potassique, forme du chlorochromate de potasse, celui-ci se détruit au moins en partie à son tour en donnant du chlore, de l'oxygène et de l'oxyde chromique amorphe; or, dès 440°, le chlore sec réagit sur cet oxyde en formant du sesquichlorure, et si au chlore on ajoute de la vapeur d'eau, il se produit d'abondantes fumées rouges d'oxychlorure CrO^2Cl^2. Si donc dans l'atmosphère du creuset il s'est glissé des traces de vapeur d'eau, elles agiront concurremment avec le chlore pour donner un peu d'oxychlorure qui, en se décomposant, produira des cristaux. On sait de plus que le chlore décompose au rouge les chromates alcalins en donnant de l'oxyde et du chlorure chromiques, et dans une atmosphère renfermant à la fois du chlore, de l'oxygène, du chlorure chromique et des vapeurs de chlorures alcalins, de minimes proportions d'oxyde peuvent être, à température élevée, minéralisées et transformées en cristaux. En outre, le chlorure chromique lui-même absorbe l'oxygène à haute température en dégageant du chlore et Berzélius a montré qu'il se forme toujours un peu d'oxychlorure CrO^2Cl^2 dans ce cas; ce dernier peut donc provenir de plusieurs réactions secondaires et donner les petites quantités de cristaux que l'on obtient en calcinant le bichromate de potasse avec du chlorure de potassium.

» Enfin, quand on fond un mélange de bichromate de soude et de chlorure de potassium, on obtient une masse verte, brillante, de laquelle l'eau extrait une solution jaune de chromate neutre en laissant un dépôt abondant de cristaux verts de sesquioxyde; il n'y a pas lieu de s'en étonner : nous avons, en effet, ici un sel de sodium qui peut faire double décomposition avec le chlorure de potassium et engendrer du sel marin, la réaction

$$CrO^3, Na^2O + 2KCl = CrO^3, K^2O + 2NaCl + 7^{Cal},9 \ (^1)$$

dégageant de la chaleur. Dès l'instant que l'acide chromique provenant de la décomposition du bichromate de soude se trouvera en présence de sel marin, il pourra se produire du chlorochromate de soude; celui-ci se décomposera comme il a été expliqué plus haut et formera, par le mécanisme indiqué, du sesquioxyde vert cristallisé.

» En définitive, la cristallisation du sesquioxyde de chrome pendant la

(1) $+7,9 = (x + 98,2 + 99,6) + 2.95,4 - (x - 89,9 - 79,4) - 2.105,7.$

calcination d'un bichromate avec du sel marin trouve son explication dans les propriétés du chlorochromate de soude; elle ne tient en aucune façon à une solubilité de cet oxyde dans les chlorures alcalins en fusion. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. H. Henriet adresse, par l'entremise de M. Ad. Carnot, des « Recherches sur l'air atmosphérique ».

(Commissaires : MM. Ad. Carnot, Arm. Gautier, Haller.)

M. E.-F. Prieur adresse, de Constantine, un Mémoire relatif à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la deuxième édition de l'Ouvrage de M. *L.-E. Bertin*, « Les chaudières marines ».

Cet Ouvrage est devenu classique dans toutes les Marines; il a été traduit en plusieurs langues. La deuxième édition a reçu des additions importantes, par suite des recherches qui se sont multipliées depuis 5 ans, sur les chaudières tubulaires, sur le pétrole et son emploi comme combustible marin, etc.

M. le Secrétaire perpétuel signale également : 1° Le premier fascicule du Tome III de l'Ouvrage de M. *A. Lacroix* : « Minéralogie de la France et de ses colonies ». (Présenté par M. Michel Lévy.)

2° L' « Atlas des Colonies françaises » dressé par ordre du Ministère des Colonies, par M. *Paul Pelet*. (Présenté par M. Bouquet de la Grye, pour le concours du prix Binoux.)

AÉROSTATION. — *Détermination de la trajectoire exacte des aérostats par rapport au sol.* Note de M. H. **Deslandres**.

« M. Armengaud, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* le 9 décembre dernier (t. CXXXIII, p. 991), a publié la trajectoire (projetée sur le sol) du ballon de M. Santos-Dumont dans l'ascension célèbre du 19 octobre.

» Cette trajectoire a été tracée d'après de simples renseignements pris, plusieurs jours après l'ascension, auprès de personnes qui étaient supposées s'être trouvées dans la verticale du ballon, ou l'avaient vu évoluer autour de la tour Eiffel.

» Ce mode de tracé comporte évidemment des erreurs, et j'en ai eu la preuve immédiate, en mesurant trois positions exactes du ballon sur sa trajectoire, à l'aide de photographies mises aimablement à ma disposition par M. Angot, et prises de la terrasse du Bureau central météorologique (¹). Les trois points ainsi déterminés, projetés sur le sol, étaient à une distance notable de la courbe de M. Armengaud.

» D'autres épreuves similaires du ballon, prises en des points différents de son parcours, m'ont été ensuite aimablement communiquées par M. Godon, placé au parc d'aérostation de Saint-Cloud ; par M. Bordé, placé à l'hippodrome d'Auteuil, et par MM. Neurdein, installés sur la passerelle de Passy et près du pont d'Iéna.

» J'ai pu ainsi relever seize positions exactes du ballon, et tracer une courbe assurément voisine de la trajectoire réelle par rapport au sol. Je crois devoir la publier et donner, pour n'y plus revenir, mon opinion définitive sur la question soulevée par M. Armengaud.

» Le premier dessin ci-contre donne cette trajectoire projetée sur le sol et marquée par un trait continu. Les points exactement déterminés sont numérotés de 1 à 16 dans

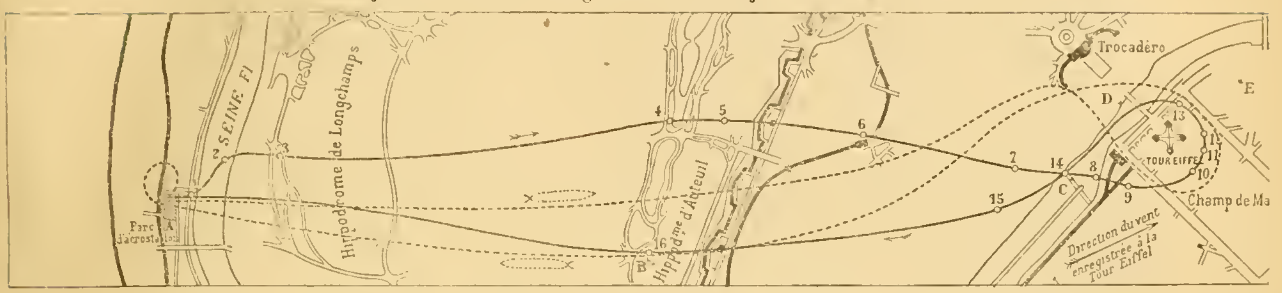
---

(¹) Lorsque le paysage photographié autour du ballon a des points de repère suffisants, il est possible, en se basant sur la largeur réelle du ballon et sur sa largeur mesurée sur l'épreuve avec une vis micrométrique, de déterminer l'azimut, la hauteur et la distance du ballon, ou autrement dit sa position exacte par rapport au sol. Les mesures et calculs sont seulement un peu longs, surtout si l'on s'astreint à toutes les corrections. La méthode est, en réalité, celle employée en Astronomie pour la trajectoire des astres qui ont un diamètre apparent.

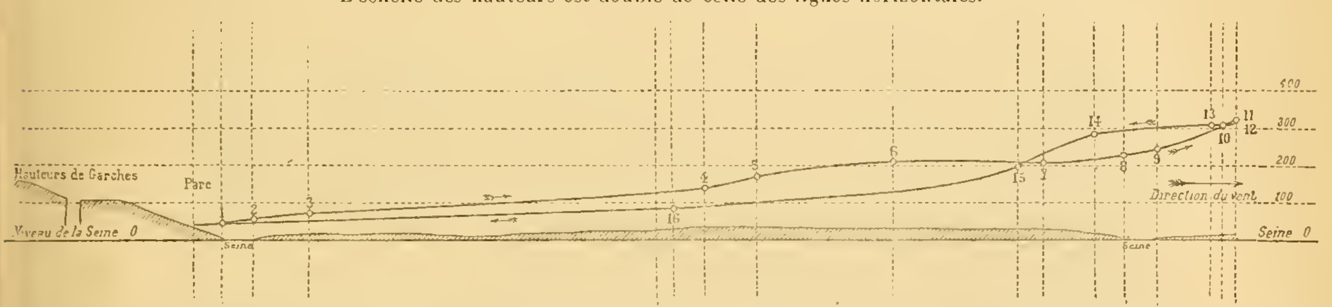
l'ordre de la marche du ballon. A côté sont les stations d'observation marquées par les lettres A, B, C, D, E. Enfin, la ligne en pointillé représente la trajectoire de M. Armengaud.

Dessin I. — Trajectoire projetée sur le sol. — Échelle $\frac{1}{40000}$.

------ Trajectoire de M. Armengaud. ——— Trajectoire de M. Deslandres.



Dessin II. — Courbe des hauteurs ou trajectoire projetée sur un plan vertical parallèle à la ligne ouest-est. L'échelle des hauteurs est double de celle des lignes horizontales.



» Le deuxième dessin donne les hauteurs du ballon ou la trajectoire projetée sur un plan vertical à peu près parallèle à la ligne des buts. Les altitudes, qui sont comptées à partir de la Seine cotée zéro, sont relevées dans le Tableau suivant :

Numéros des points.	Hauteur du ballon.	Station.	Auteur de la photographie.	Numéros des points.	Hauteur du ballon.	Station.	Auteur de la photographie.
	m				m		
1.....	46	A	Godon.	9.....	241	E	Angot.
2.....	53	A	Id.	10.....	303	D	Neurdein.
3.....	74	A	Id.	11.....	319	D	Id.
4.....	135	B	Bordé.	12. ...	308	C	Id.
5.....	176	B	Id.	13.....	307	C	Id.
6.....	220	B	Id.	14.....	248	E	Angot.
7.....	223	B	Id.	15.....	195	B	Bordé.
8.....	224	E	Angot.	16.....	85	B	Id.

» Ces résultats, utiles à certains égards, sont incomplets. Comme on

n'a pas les temps écoulés entre les passages du ballon aux points successifs, l'élément important, qui est la vitesse du ballon, nous échappe.

» A ce propos, je dois rectifier les conclusions d'une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 993) sur la vitesse propre du ballon (trouvée par moi comprise entre $7^m,60$ et $8^m,10$). Je m'étais appuyé sur une valeur, supposée exacte, du temps de l'aller, qui, en réalité, d'après les résultats d'une enquête récente, n'a pas été noté avec précision.

» On peut affirmer seulement que la vitesse propre est supérieure à $6^m,50$, c'est-à-dire à la vitesse minima minimarum qui correspond à un vent nul. Mais, en tenant compte de la vitesse du vent enregistrée à une extrémité du trajet et aussi de la courbe des hauteurs publiée ci-dessus, on peut ajouter : il est probable que la vitesse propre a été comprise entre 7^m et 8^m. Quant aux conclusions de M. Armengaud, elles reposent sur des données qui ne peuvent être que très vagues et, d'une manière générale, elles sont beaucoup trop optimistes

» *Remarques générales.* — Ces recherches font ressortir la nécessité d'étudier à l'avance les appareils et les méthodes propres à fournir tous les éléments de la trajectoire des ballons. L'Académie des Sciences s'est déjà occupée de la question en 1783, lors de la première ascension du ballon à hydrogène; on avait, sous sa direction, établi plusieurs postes d'observation, munis de théodolites et de chronomètres comparés, et le mouvement du ballon avait été exactement déterminé.

» Actuellement, la plaque photographique, qui fournit une image fidèle et sûre, est tout indiquée. Parmi les appareils à employer, le chronophotographe Marey s'impose d'abord à l'attention, car il satisfait à tous les besoins, en particulier pour l'étude du tangage. Il faudrait seulement ajouter un organe qui donne l'heure exacte au moment de l'épreuve ; un moyen simple, approuvé par M. Marey, consiste à projeter sur la pellicule l'image du cadran d'un chronomètre, en même temps que le ballon.

» Pour diminuer les mesures et les calculs, on peut photographier deux images successives du ballon sur la même plaque (comme le fait M. Gaumont pour mesurer la vitesse des automobiles), ou recourir aux appareils automatiques récemment construits pour les levés topographiques, avec ou sans l'aide de la photographie. »

ÉLECTRICITÉ. — *Radioconducteurs à contact unique.* Note de M. ÉDOUARD BRANLY.

« La première observation des radioconducteurs à un seul contact a paru en 1891 aux *Comptes rendus* (1) dans les termes suivants :

» Deux tiges cylindriques de cuivre rouge sont oxydées dans la flamme d'un bec Bunsen, puis elles sont superposées en croix, chargées de poids pour éviter les variations par trépidations et reliées respectivement aux bornes d'une branche d'un pont de Wheatstone. La résistance principale de cette branche réside dans les deux couches d'oxydes en contact. Une mesure prise au hasard parmi un grand nombre accusait une résistance de 80000 ohms avant les étincelles d'une machine électrique indépendante (2); cette résistance passait à 7 ohms après les étincelles. Un effet analogue est obtenu en superposant deux tiges d'acier oxydées ou une tige d'acier et une tige de cuivre, toutes deux oxydées....

» Ces essais étaient la conséquence naturelle de mes expériences sur les limailles; ils réalisaient des contacts élémentaires. Le tube à limaille s'était présenté le premier, parce qu'il résultait d'expériences faites d'abord avec des verres platinés, puis avec des plans de verre ou d'ébonite métallisés par des poudres conductrices. Les contacts multiples avaient abouti au contact unique.

» Ayant eu connaissance de mes expériences à la fin de 1892, M. Lodge (3) les a répétées et a fait aussi usage d'un contact unique : aluminium et fer, mais il n'a pas mentionné l'état des surfaces. Si l'aluminium et le fer étaient oxydés, comme ils devaient l'être s'ils n'avaient pas subi de préparation spéciale, on se trouvait dans les conditions rappelées plus haut; mais le contact pouvait encore offrir une résistance importante disparaissant par l'étincelle si les surfaces avaient été parfaitement nettoyées, l'aluminium et le fer appartenant au deuxième groupe dans mon classement des métaux en deux groupes, au point de vue de la résistance au contact.

---

(1) ÉDOUARD BRANLY, *Variations de conductibilité des substances isolantes* (*Comptes rendus*, 12 janvier 1891).

(2) Dans le *Bulletin des séances de la Société de Physique* (avril 1891) j'ai ajouté pour plus de clarté : *fonctionnant à quelques mètres de distance.*

(3) *The Work of Hertz*, by prof. OLIVER LODGE, p. 22.

» D'autres expérimentateurs ont plus tard opéré avec un contact unique : par exemple MM. Boulanger et Ferrié; ils se sont spécialement servis de zinc ([1]), métal du premier groupe, mais « recouvert de la couche d'oxyde qu'il acquiert naturellement quand il est exposé à l'air ».

» A l'influence de l'oxydation est venue s'ajouter l'influence du poli. Mes radioconducteurs à billes métalliques, très sensibles, consistaient en billes d'acier trempé, bien polies, fabriquées industriellement pour les roulements dans les automobiles et les vélocipèdes. Mes radioconducteurs, à disques métalliques plans, bien dressés et superposés, offraient une résistance d'autant plus forte que les surfaces en contact étaient mieux polies; cette résistance devenait énorme avec des disques d'aluminium poli ou d'acier poli (polis par M. Pellin ou par M. Duplouich). Le poli paraissait remplacer une couche d'oxyde.

» Utilisant tour à tour ou simultanément les effets de l'oxydation et du poli, j'ai effectué depuis plusieurs mois de nouveaux essais ; ils permettent de réaliser des conditions assurant au contact unique les qualités qui lui manquaient, c'est-à-dire une grande régularité associée à la sensibilité. J'emploie des métaux d'abord nettoyés et polis, puis recouverts d'une très légère couche d'oxyde par un séjour de durée réglée dans une étuve à air chaud de température connue. Bien que le contact *métal oxydé-métal oxydé* et aussi les contacts *métal oxydé-métal net* et *métal poli-métal poli* donnent souvent de bons résultats, jusqu'ici je donne la préférence au contact *métal oxydé-métal poli.*

» La description d'un appareil facilitera mon exposé.

» Trois tiges métalliques, de même nature, parallèles et verticales, de 2^{mm} de diamètre environ, sont réunies à leur partie supérieure par un disque qui les relie à l'un des pôles d'un élément de pile; les extrémités inférieures des tiges, de diamètre un peu réduit, nettoyées, polies, puis oxydées comme il a été dit, reposent *librement* sur un plan d'acier poli, relié au second pôle de l'élément de pile. On a ainsi trois contacts semblables (*métal oxydé-acier poli*) associés en quantité, sur lesquels se répartit le poids du trépied et qui peuvent se suppléer. La conductibilité s'établit sans antennes par une très faible étincelle à plus de 30^{m} (des tubes à limaille, très sensibles, n'étaient pas impressionnés régulièrement à cette distance). Un grand nombre de métaux paraissent pouvoir être ici employés; j'ai obtenu des résultats constants, sans effets capricieux, particulièrement avec des tiges de fer, acier fondu, acier laminé, acier trempé, aluminium, argent, cuivre, nickel, zinc, etc.

» Si l'on posait sur le plan d'acier poli plusieurs trépieds à contacts inférieurs

---

([1]) *La Télégraphie sans fil,* par MM. Boulanger et Ferrié, p. 107.

oxydés, on formerait une sorte de tube à limaille à contacts *en quantité* et non *en série* comme dans le tube usuel. Les contacts imparfaits ne touchent ici qu'une électrode; dans le tube à limaille, ils en touchent deux.

» Comme je l'ai fait remarquer à diverses reprises, une grande sensibilité exige souvent un voltage inférieur. Suivant l'épaisseur de la couche d'oxyde, j'ai employé pour le circuit du radioconducteur deux voltages différents : 1 volt (élément Daniell) ou $\frac{1}{2}$ volt (élément Dobilly). En variant le poids du trépied, le voltage de l'élément, la résistance du circuit, on obtient à circuit fermé le retour à la résistance par un très léger choc.

» Le circuit était constitué de la façon suivante : élément Daniell, trépied radioconducteur, résistance additionnelle intercalée et galvanomètre, *ou bien :* élément Daniell, trépied radioconducteur, résistance additionnelle et relais peu sensible.

» J'aurais attendu pour publier ces résultats que d'autres dispositifs, actuellement à l'étude, fussent parvenus à un fonctionnement régulier, si la Communication de M. Fényi, insérée dans les *Comptes rendus* de la séance du 27 janvier dernier, n'avait appelé l'attention sur le bon emploi de radioconducteurs à un seul contact.

» En reproduisant les expériences de M. Fényi, j'ai trouvé commode de disposer en trépied trois aiguilles à coudre verticales et parallèles dont les têtes reposaient sur un plan d'acier poli (force électromotrice, $\frac{1}{2}$ volt pour les aiguilles à coudre que j'ai employées); le résultat était le même avec trois aiguilles à tricoter disposées aussi verticalement en trépied (force électromotrice de la pile, 1 volt). »

ÉLECTRICITÉ. — *Application des galvanomètres thermiques à l'étude des ondes électriques.* Note de M. L. DE BROGLIE, présentée par M. Potier.

« Je me suis proposé de rechercher [1] dans quelles circonstances les ampèremètres thermiques pourraient être appliqués à l'étude de la télégraphie sans fil.

» *Poste transmetteur.* — C'était le poste de télégraphie sans fil du *Saint-Louis,* muni d'une antenne A de 24^{m}, suspendue par des bâtons isolants et reliée, comme à l'ordinaire, à l'éclateur de la bobine dont l'autre pôle est à la terre. On pouvait intercaler de plus, entre la base de l'antenne et la bobine, un certain nombre de spires de fil de laiton de 30^{cm} de diamètre.

» *Poste récepteur.* — Le poste récepteur, situé sur l'arrière du précé-

(1) Les instruments employés sont construits chez M. Gaiffe.

dent, à une trentaine de mètres, était muni d'une antenne B, également suspendue verticalement et reliée, par son extrémité inférieure, à l'une des bornes du millampèremètre, l'autre borne de cet instrument étant réunie à la terre par un fil court. On pouvait à volonté intercaler, entre la base de l'antenne et l'instrument, un nombre quelconque de spires constituées par du fil d'amorce enroulé en tours serrés sur un noyau en bois de 5^{cm} de diamètre.

» Si l'on émet par l'antenne A avec une intensité convenable, on constate, au poste récepteur, une déviation de l'instrument accusant les effets d'induction dont l'antenne B est le siège. Cette déviation varie avec le nombre de spires ajoutées à l'antenne de réception; elle croît d'abord et décroît ensuite en passant par un maximum très considérable et très net, sensible à une spire près.

» Si l'on ajoute un certain nombre de spires à l'antenne A d'émission, on constate au poste récepteur que le nombre de spires correspondant à l'indication maxima est augmenté. Cette augmentation est sensiblement proportionnelle au nombre de spires ajoutées à l'émission; avec les chiffres cités plus haut, il fallait compter 5 tours de plus à la réception par tour ajouté à l'émission.

» La valeur du nombre de spires à ajouter à l'antenne de réception pour obtenir la réception maxima peut donc caractériser l'onde émise avec une certaine précision.

» *Recherche des circonstances qui peuvent modifier l'onde à son émission.* — Il a été constaté que :

» *a*. En faisant varier la longueur d'étincelle de 1^{cm} à 6^{cm}, le nombre des spires caractérisant la réception maxima ne variait pas. L'intensité du maximum variait dans la proportion de 100 à 400.

» *b*. En faisant varier le nombre de spires ajoutées à l'antenne d'émission.

» Le nombre de spires correspondant à la réception maxima varie dans les conditions précédemment indiquées; la valeur du maximum varie un peu; elle est généralement plus forte pour quelques tours ajoutés que lorsqu'il n'y en a pas; mais elle décroît sensiblement quand le nombre ajouté devient un peu fort, à partir de 15 par exemple.

» *c*. En employant des antennes d'émission différentes mais de même longueur, par exemple un fil simple, une antenne à quatre branches, une antenne partiellement composée d'un treillis métallique.

» Le nombre de spires correspondant à la réception maxima varie; il est plus considérable pour les deux dernières antennes que pour la première, ce qui se comprend.

» L'intensité du maximum est toujours susceptible d'acquérir une valeur considérable au moment de l'accord. L'émission paraît un peu plus énergique dans le cas où l'antenne présente une certaine surface.

» *d*. En faisant varier la nature de la bobine (Ducretet ou Rochefort), la vitesse et le réglage de l'interrupteur (à condition que l'étincelle reste franche), on n'a pas pu constater de variations dans les effets observés au poste récepteur.

» *e*. Il a été également vérifié qu'on pouvait indifféremment remplacer les spires de réception par un allongement de l'antenne de réception; il fallait compter environ 75^{cm} de fil non enroulé pour remplacer une spire de 15^{cm} de circonférence.

» *Cas où l'on trouve plusieurs maximums successifs.* — L'antenne d'émission est remplacée par un long fil de 40^{m} de long, la réception restant identique.

» On trouve, en faisant varier les spires ajoutées à la réception et en considérant les variations correspondantes de l'aiguille du galvanomètre thermique, deux maximums séparés par un minimum, la valeur absolue du plus considérable de ces maximums étant d'ailleurs inférieure à celle observée dans le cas précédent.

» L'émission étant reprise dans les conditions primitives, on hisse de nouveau le long fil dont il vient d'être question et l'on réunit sa base à la coque. Si l'on approche ce *point de terre* de l'antenne d'émission, à partir de 5^{m} à 6^{m}, l'émission ressemble à celle que donne le grand fil; il y a tendance à la formation de deux maximums, qui deviennent nets quand l'extrémité du grand fil est à moins de 2^{m} de la base de l'antenne émettrice.

» *Influence de la nature de l'antenne de réception.* — On a successivement constitué l'antenne de réception par un conducteur simple, une antenne multiple et une antenne à filet métallique; dans ces différentes conditions, il a été constaté que :

» L'antenne simple est de toutes les antennes de réception celle qui demande le plus de spires additionnelles pour être accordée sur un ton donné d'émission;

» Avec une antenne multiple ou une antenne à treillis métallique, il fallait de 12 à 25 spires de moins;

» La valeur de l'indication maxima était sensiblement plus forte dans ces deux derniers cas.

» *Phénomènes observés en employant à la réception deux enroulements primaire et secondaire.* — Si, dans les expériences précédentes, on enroule

autour des spires ajoutées à la réception un certain nombre de tours du même fil, on constate qu'en réunissant les deux extrémités du secondaire ainsi obtenu, tout se passe comme si l'on enlevait à l'enroulement primitif autant de tours qu'on est venu en enrouler sur lui.

» En cherchant à placer l'instrument thermique sur le secondaire, on constate un effet identique; la réaction d'un secondaire fermé sur le primaire revient à enlever à ce dernier une self-induction égale à celle du secondaire.

» Enfin, le galvanomètre peut également être placé en dérivation sur une self-induction quelconque, mais son indication reste sensiblement indépendante du nombre de spires qui le shuntent.

» A des distances plus considérables, par exemple à bord de deux bâtiments voisins, les effets observés décroissent très rapidement; ils cessent presque immédiatement d'être mesurables avec les instruments indiqués.

» Enfin, à grande portée, l'influence de l'accord obtenu par ces moyens, tout en demeurant appréciable, est loin de présenter le renforcement constaté dans les mesures précédentes; des recherches sont poursuivies dans cette voie. Leur étude au moyen du tube de Branly est difficile, puisque ce récepteur ne mesure rien et ne fait qu'indiquer le moment où l'onde reçue dépasse l'intensité critique que cohère le récepteur; cependant, en opérant avec précaution, on a pu réaliser la réception simultanée de deux bâtiments par un troisième. »

ÉLECTRICITÉ. — *Tubes de force d'un champ magnétique rendus visibles par les rayons cathodiques*. Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Quelques auteurs, et en particulier M. Birkeland (¹) et M. A. Broca (²), ont déjà indiqué que certains rayons cathodiques suivent la direction d'un champ magnétique intense. En poursuivant mes études sur l'action d'un champ magnétique sur les tubes de Geissler, j'ai retrouvé cette propriété avec des apparences qui constituent un phénomène extrêmement curieux qui, je crois, n'a pas encore été nettement signalé :

» *Dans un champ magnétique intense le faisceau cathodique qui s'échappe*

(¹) *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, 4ᵉ période, t. I, 1896, p. 497.

(²) *Journal de Physique*, 3ᵉ série, t. VII, 1898, p. 710.

d'une cathode en forme de plateau dessine exactement le tube de force magnétique ayant pour base la surface de la cathode, les rayons cathodiques partant uniformément de toute la surface du plateau.

» Le phénomène est totalement différent de celui que produisent les rayons anodiques, qui ont bien aussi une tendance à suivre les lignes de force du champ, mais qui, partant du bord du plateau formant l'anode, ne dessinent nullement un tube de force ayant pour base ce plateau.

» Je désignerai par *flux* A les rayons cathodiques qui suivent la loi que je viens d'indiquer, pour les distinguer d'autres rayons cathodiques (*flux* B) différant du flux A, non seulement par la couleur, mais aussi par d'autres propriétés.

» *Le flux* A *n'est soumis à aucune action électromagnétique tendant à le dévier perpendiculairement aux lignes de force, que le champ soit intense ou faible. Il s'échappe toujours de la cathode dans la direction du champ, que cette direction soit normale, oblique ou tangentielle à la surface.*

» En dehors du champ magnétique, ou dans un champ faible (300 unités C. G. S., par exemple), le flux A s'échappe de la cathode dans toutes les directions, aussi bien du côté où se trouve l'anode que du côté opposé, et forme une sorte d'atmosphère autour de celle-ci.

» Il résulte de ces lois que la figure dessinée par le flux A dans un champ magnétique est absolument indépendante du sens de ce champ. Il n'en est pas de même pour les figures formées par le flux anodique et par le flux B.

» *La netteté du tube dessiné par le flux* A *dans sa partie latérale est indépendante de la pression du gaz*, dans les limites de pression où j'ai pu suivre le phénomène, c'est-à-dire depuis 4^{mm} de mercure jusqu'à $0^{mm},004$ (tube de Crookes très résistant). La netteté de la surface latérale du tube dépend évidemment de l'intensité du champ. Pour un champ de 3000 unités C. G. S., ou pour un champ plus intense, la netteté des bords est telle qu'en regardant même à la loupe on n'aperçoit aucun flou. Pour un champ de 1000 unités, les bords du tube sont légèrement flous, mais le tube est encore dessiné avec une parfaite netteté. Dans un champ de 300 unités, on ne distingue plus rien de net.

» Voici maintenant quelques détails sur ces expériences, qui achèveront de faire comprendre l'aspect du phénomène dans les différentes conditions de position du tube, d'intensité du champ et de pression du gaz.

» L'ampoule dont je me suis servi était petite pour pouvoir être placée entre les pièces polaires d'un électro-aimant Weiss. Elle avait la forme d'un cylindre de 4^{cm} de longueur et $1^{cm},5$ de diamètre. Les électrodes étaient en aluminium et avaient la forme

de disques circulaires de 1^{cm} de diamètre; elles étaient distantes de 2^{cm}. Le tube communiquait avec une pompe à mercure ou une trompe de Sprengel. Le gaz a toujours été l'air.

» Si la pression est d'environ $0^{mm},5$ de mercure et le champ de 3000 unités, le phénomène apparaît dans toute sa beauté : le flux A forme un tube de force de couleur violette, généralement courbe, s'échappant, comme toujours, des deux faces de la cathode, et allant d'un bout à l'autre dans le tube de Geissler. Il est alors facile de constater que la position de l'anode est sans influence sur la direction du flux A : suivant la direction de la ligne des électrodes par rapport aux lignes de force, le tube de flux A peut couvrir en totalité ou en partie l'anode ou ne pas tomber dessus. Celle-ci arrête les rayons cathodiques A qui tombent à sa surface, comme un écran opaque le fait pour un flux lumineux, sans influencer la marche des rayons qui rasent ses bords.

» Dans les conditions de pression que je viens d'indiquer, la lumière due au flux B ne gêne pas encore, car elle se réduit à une lueur rouge sur le pourtour de la cathode. Quant au flux anodique il est noyé dans le flux A aux environs de l'anode; pour le voir nettement, il faut beaucoup incliner la ligne des électrodes sur la direction des lignes de force, afin qu'il sorte du tube de rayons A. C'est donc ce tube qu'on voit presque uniquement.

» Ainsi, ce sont les rayons cathodiques A qui produisent cette lumière violette bien connue qui entoure l'électrode négative des tubes de Geissler. Ce sont aussi ces mêmes radiations A qui excitent le plus fortement la fluorescence du verre dans les tubes de Crookes.

» Par suite de la présence du flux anodique et surtout du flux cathodique B, qui ne suivent pas des lois aussi simples que celles que je viens d'indiquer pour le flux A, l'aspect du tube de verre change beaucoup suivant la pression. Quand celle-ci est supérieure à 4^{mm} de mercure, le flux A forme autour de la cathode une atmosphère bleu violet si courte qu'on ne peut distinguer nettement la direction de ces rayons quand on produit le champ. Pour 4^{mm}, le tube de force est déjà nettement dessiné, mais il s'arrête à quelques millimètres de la cathode (sa longueur dépend de l'intensité du champ; il est plus long dans les champs plus intenses). A mesure que la pression diminue le tube de rayons A s'allonge; pour une pression de $1^{mm},4$ il a 8^{mm} à 9^{mm} dans un champ d'environ 3500, et 5^{mm} à 6^{mm} dans un champ d'environ 2500; pour $0^{mm},8$ le tube atteint l'anode et pour $0^{mm},5$ il atteint l'extrémité du tube de verre la plus éloignée. A partir de cette pression, le tube de rayons A continue à aller d'un bout à l'autre de l'ampoule; mais à mesure que la pression diminue le tube A pâlit; en outre, la lumière rouge orange, puis rose blanchâtre et enfin lilas du flux B ne reste plus cantonnée au voisinage de la cathode mais s'étend dans toute l'ampoule et masque, ou plutôt rend moins visible, la lumière du flux A. Pour $0^{mm},16$ le verre commence à devenir fluorescent; pour $0^{mm},10$ il est déjà très fluorescent. Quand on produit le champ, on commence à voir la fluorescence du verre aux deux bouts du tube formé par les rayons A. Cette fluorescence s'accroît de plus en plus, à mesure que la pression diminue. Pour $0^{mm},04$ le verre a une magnifique fluorescence verte sur toute sa surface, qui disparaît presque totalement dès qu'on produit le champ (3000), pour ne plus exister, mais avec une grande intensité, qu'aux extrémités du tube formé par le flux A. La netteté du contour de

ces taches fluorescentes montre que le pourtour du tube de rayons A est aussi nettement délimité que pour les pressions plus élevées; mais l'illumination de l'air à l'intérieur du tube n'est plus produite avec assez d'intensité par les radiations A pour être discernée au milieu de la lumière plus intense produite par le flux B. Celle-ci est, du reste, déjà assez pâle pour n'être visible nettement qu'après avoir fait disparaître la fluorescence générale du verre par la production du champ. La lumière lilas qui existe encore dans les tubes de Crookes est ainsi due aux radiations B. L'aspect ne change plus beaucoup jusqu'à la pression de $0^{mm},004$, limite de mes expériences : à ce moment l'étincelle passait plus souvent à l'extérieur de l'ampoule qu'à son intérieur.

» J'ajouterai que je dois à l'obligeance de M. A. de Gramont l'analyse spectrale de la lumière violette due aux radiations A ($0^{mm},5$ environ); on n'y distingue que les raies de l'air sans aucune des raies qui caractérisent l'aluminium ou ses impuretés.

» Je continue l'étude de ces phénomènes. »

M. A. Cornu, à l'occasion de cette Communication, rappelle que l'étincelle non condensée, jaillissant dans l'air à la pression ordinaire entre deux électrodes d'un métal plus ou moins volatil au sein d'un champ magnétique intense, permet d'observer les surfaces équipotentielles sous forme d'une surface lumineuse provenant de l'étalement de l'auréole (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 185).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la condensation des carbures acétyléniques vrais avec les aldéhydes : synthèse d'alcools secondaires à fonction acétylénique.* Note de MM. Ch. Moureu et H. Desmots, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons découvert dernièrement [1], dans la condensation des carbures acétyléniques vrais avec l'aldéhyde formique, un procédé de synthèse très simple d'alcools primaires à fonction acétylénique

$$R - C \equiv C - CH^2OH.$$

L'extension de la méthode aux autres aldéhydes devait conduire à l'obtention d'alcools secondaires acétyléniques $R - C \equiv C - CHOH - R'$, famille de composés qui était encore totalement inconnue : c'est ce que l'expérience a pleinement confirmé.

---

[1] Ch. Moureu et H. Desmots, *Comptes rendus*, séance du 20 mai 1901.

» Voici d'abord le mode opératoire général; il est simple et rapide. On ajoute, peu à peu et en agitant sans cesse, l'aldéhyde (1^{mol}) dilué dans 3 parties d'éther absolu refroidi vers — 5°, au carbure sodé (1^{mol}) en suspension dans cinq fois son poids du même véhicule et également refroidi. Après l'addition de l'aldéhyde, la totalité du carbure sodé ayant sensiblement disparu, le mélange réagissant forme une liqueur presque limpide. On verse le tout sur de la glace pilée; on sépare par décantation la couche éthérée, on la sèche, et on la soumet à la rectification successivement à l'air libre et sous pression réduite.

» Nos expériences ont porté, d'une part, sur quatre carbures : le butylacétylène $CH^3-(CH^2)^3-C\equiv CH$, l'œnanthylidène $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv CH$, le caprylidène $CH^3-(CH^2)^5-C\equiv CH$ et le phénylacétylène $C^6H^5-C\equiv CH$; d'autre part, sur six aldéhydes : l'acétaldéhyde CH^3-CHO, le chloral CCl^3-CHO, le valéral C^4H^9-CHO, l'œnanthol $CH^3-(CH^2)^5-CHO$, l'aldéhyde benzylique C^6H^5-CHO et le furfurol C^4H^3O-CHO. Dans tous les cas, il y a eu dissolution du carbure sodé dans la solution éthérée de l'aldéhyde, c'est-à-dire condensation. Nous avons isolé à l'état pur les dix alcools acétyléniques suivants, tous composés nouveaux :

» *Benzaldéhyde-butylacétylène* : $CH^3-(CH^2)^3-C\equiv C-CHOH-C^6H^5$; distille à 164°-165° sous 14^{mm}.

» *Chloral-œnanthylidène* : $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CHOH-CCl^3$; distille à 141°,5-142° sous 12^{mm}; $D_0=1,2308$.

» *Benzaldéhyde-œnanthylidène* : $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CHOH-C^6H^5$; distille à 180°-182° sous 16^{mm}; $D_0=1,0031$.

» *Furfurol-œnanthylidène* : $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CHOH-C^4H^3O$; distille à 150°-151° sous 13^{mm}; se congèle lentement dans un mélange réfrigérant, et fond ensuite au voisinage de —1°; $D_0=1,0176$.

» *Chloral-caprylidène* : $CH^3-(CH^2)^5-C\equiv C-CHOH-CCl^3$; distille à 166° sous 20^{mm}; $D_0=1,2018$.

» *Furfurol-caprylidène* : $CH^3-(CH^2)^5-C\equiv C-CHOH-C^4H^3O$; distille à 163° sous 13^{mm}; $D_0=1,004$.

» *Acétaldéhyde-phénylacétylène* : $C^6H^5-C\equiv C-CHOH-CH^3$; distille à 148°-149° sous 29^{mm}; $D_0=1,0431$.

» *Chloral-phénylacétylène* : $C^6H^5-C\equiv C-CHOH-CCl^3$; distille à 183°-184° sous 18^{mm}; $D_0=1,3809$.

» *Benzaldéhyde-phénylacétylène* : $C^6H^5-C\equiv C-CHOH-C^6H^5$; distille à 220°-222° sous 20^{mm}; $D_0=1,116$.

» *Furfurol-phénylacétylène* : $C^6H^5-C\equiv C-CHOH-C^4H^3O$; distille à 186°-187° sous 12^{mm}; $D_0=1,1601$.

» Ces divers alcools forment, comme la plupart des composés à liaison acétylénique, des combinaisons insolubles avec le sublimé en solution aqueuse concentrée. Ils réduisent à chaud le nitrate d'argent ammoniacal avec apparition d'un miroir métallique.

» Quant à leur constitution, elle découle immédiatement de cette remarque qu'ils ne possèdent pas les caractères spécifiques des carbures

acétyléniques vrais $R - C \equiv CH$: le réactif particulièrement sensible de Béhal (nitrate d'argent en solution alcoolique), par exemple, les laisse intacts. L'hydrogène actif des carbures acétyléniques vrais a donc disparu : en d'autres termes, l'union du carbure avec l'aldéhyde s'est faite par l'atome de carbone terminal qui portait cet hydrogène. Par conséquent, la formule générale des nouveaux composés ne peut être que

$$R - C \equiv C - CHOH - R';$$

ce sont des alcools secondaires à fonction acétylénique.

» Il est maintenant facile de se rendre compte du mécanisme de la réaction génératrice : l'aldéhyde se combine au carbure sodé, en donnant le dérivé de l'alcool acétylénique :

$$R - C \equiv CNa + CHO - R' = R - C \equiv C - CHONa - R';$$

l'action ultérieure de l'eau décompose ensuite l'alcool sodé, en mettant en liberté l'alcool et de la soude caustique.

» L'étude de ces alcools acétyléniques sera poursuivie. Ils doivent donner, par fixation d'une molécule d'eau, des alcools β-cétoniques, classe de substances dont on ne connaît encore qu'un nombre fort restreint de représentants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques phénols iodés*. Note de M. **P. Brenans**, présentée par M. A. Haller.

« Dans l'action de l'iode sur le phénate de soude en suspension dans le sulfure de carbone, M. Schall [1] a obtenu avec l'orthoiodophénol un triiodophénol et un diiodophénol dont il n'a pas donné la constitution. Les présentes recherches établissent que le dérivé triiodé est le composé $OH - C^6H^2 - I^3$ (1.2.4.6), le diiodé étant $OH - C^6H^3 - I^2$ (1.2.6).

» I. *Triiodophénol :* $OH - C^6H^2 - I^3$ (1.2.4.6). — J'ai répété la réaction ci-dessus indiquée et constaté que le point de fusion (156°) et les propriétés du corps triiodé obtenu l'identifient au triiodophénol (1.2.4.6). La même identité a été établie en préparant son éther éthylique $C^2H^5 - O - C^6H^2 - I^3$ (1.2.4.6) que j'ai décrit [2]. Le triiodophénol de M. Schall n'est donc pas un triiodophénol particulier, comme l'a cru

---

(1) Schall, *Berichte der deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XVI, p. 1899.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 160.

son auteur, mais un mélange de triiodophénol (1.2.4.6) avec un peu de diiodophénol (1.2.6).

» II. *Diiodophénol* : $OH - C^6H^3 - I^2$ (1.2.6). — Pour établir la constitution du diiodophénol formé dans la réaction en question, je l'ai transformé en *aldéhyde paraoxybenzoïque diiodé* $(COH)(OH)C^6H^2 - I^2$ (1.4.3.5) et en *triiodophénol* $OH - C^6H^2 - I^3$ (1.2.4.6).

» L'aldéhyde paraoxybenzoïque iodé a été obtenu en faisant agir le chloroforme sur le diiodophénol en milieu potassique (réaction de Reimer). Une grande partie du diiodophénol échappe à la réaction et le rendement est faible; le produit obtenu est cristallisé en fines aiguilles, un peu colorées, fusibles à 198°—199°, présentant les propriétés et la composition de l'aldéhyde paraoxybenzoïque diiodé (1.4.3.5), déjà obtenu (¹) différemment. La formation de cet aldéhyde diiodé démontre que le diiodophénol qui l'a fourni est l'isomère $OH - C^6H^3 - I^2$ (1.2.6).

» Pour transformer le dérivé diiodé en triiodophénol, j'ai ajouté, à une solution éthérée de deux molécules de ce composé, quatre atomes d'iode et une molécule d'oxyde de mercure. La réaction achevée, le résidu de l'évaporation de l'éther a été purifié en précipitant sa solution alcaline par l'acide chlorhydrique. Le produit obtenu fond à 156°, son *éther allylphénylique triiodé* $C^3H^5 - O - C^6H^2 - I^3$ est identique à l'éther correspondant que j'ai préparé (*loc. cit.*) avec le triiodophénol (1.2.4.6). Un diiodophénol connu $OH - C^6H^3 - I^2$ (1.2.4) pourrait, il est vrai, fournir le triiodophénol (1.2.4.6), mais ce corps présente des propriétés différentes de celles du diiodophénol (1.2.6).

» III. *Ethers-oxydes du diiodophénol* (1.2.6) : *Anisol diiodé.* — Il cristallise en aiguilles dans l'alcool; dans l'acide acétique il forme des prismes allongés, inodores, fusibles à 35°.

» *Phénéthol diiodé* (1.2.6). — Cet éther cristallise en aiguilles dans l'alcool; de l'acide acétique il se sépare en tablettes prismatiques, incolores, fusibles à 41°-42°.

» *Ether allylphénylique diiodé* (1.2.6). — Paillettes incolores, fusibles à 46°.

» *Ether benzylphénylique* (1.2.6). — Il cristallise en aiguilles dans le benzène; dans l'éther, il donne de gros prismes, incolores, fusibles à 74°,5.

« IV. *Action de l'acide azotique sur le diiodophénol* (1.2.6). — En introduisant, peu à peu et sans laisser la température s'élever au-dessus de —5°, 7 parties de diiodophénol dans un mélange de 1,5 partie d'acide azotique fumant (D=1,478) et 7 parties d'acide acétique, de l'iode est mis en liberté et le mélange se concrète. Après avoir chauffé vers 30° pour terminer la réaction, on verse sur du bisulfite de soude étendu et l'on traite par l'éther. Le résidu (6g) de l'évaporation de la liqueur éthérée est un mélange de deux corps que j'ai séparés en distillant avec la vapeur d'eau; un tiers du produit est entraîné.

» Le résidu de la distillation, purifié par dissolution dans la potasse et précipitation par l'acide chlorhydrique, cristallise de sa solution alcoolique chaude en gros prismes jaunâtres, fusibles à 156°,5, identiques comme propriétés et composition au nitrodi-

---

(¹) PAAL, *Berichte der deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XXVIII, p. 2407; t. XXIX, p. 2302 et 2356.

iodophénol $OH - C^6H^2 - AzO^2 - I^2$ (1.4.2.6) déjà connu ([1]). Son *éther méthylique* (1.4.2.6) cristallise dans l'alcool chaud en longues aiguilles incolores, fusibles à 133°-134°.

» *L'éther acétique* $C^2H^3O^2 - C^6H^2 - AzO^2 - I^2$(1.4.2.6) constitue des aiguilles incolores fusibles à 194°-195°.

» La matière entraînée $OH - C^6H^3 - AzO^2 - I$ se dépose de sa solution dans l'alcool chaud en aiguilles ou en prismes allongées, aplatis, jaunes, fusibles à 110°. Ce corps me semble être l'isomère (1.2.6) pour les raisons que je vais indiquer. M. Busch ([2]) ayant obtenu avec l'orthonitrophénol deux nitrophénols iodés de même composition que le précédent, a décrit l'un comme l'isomère $OH - C^6H^3 - AzO^2 - I$ (1.2.6), fusible à 67°, l'autre comme l'isomère (1.2.5) fondant à 90°-91°. J'ai répété cette réaction et constaté que le second composé, séparé complètement du premier, fond à 110° et non à 90°-91°, c'est-à-dire qu'il est identique à l'isomère que j'ai préparé. Les formules de constitution admises par M. Busch me semblent inexactes. En effet, en traitant les deux isomères obtenus par lui avec l'iode et l'oxyde de mercure, j'ai pu les transformer en *nitrophénol diiodé*, donné par M. Kœrner ([3]) comme étant

$$OH - C^6H^2 - AzO^2 - I^2 (1.2.4.6);$$

or j'ai obtenu aussi ce dernier corps en nitrant le diiodophénol (1.2.4), ce qui justifie l'opinion de M. Kœrner.

» La formule de constitution du nitrophénol iodé fusible à 110° est, je crois, $OH - C^6H^3 - AzO^2 - I$ (1.2.6), $OH - C^6H^3 - AzO^2 - I$ (1.2.4) étant celle de l'isomère que M. Busch indique comme fusible à 67°. Pour qu'il en soit autrement il faudrait admettre que dans l'action de l'acide azotique sur le diiodophénol (1.2.6) et sur l'orthoiodophénol (1.2), action qui m'a fourni le même dérivé, un atome d'iode mis en liberté se fût fixé en para ou en méta. *L'éther méthylique*

$$CH^3 - O - C^6H^3 - AzO^2 - I (1.2.6)$$

fourni par l'orthonitrophénol iodé (1.2.6) distille avec la vapeur d'eau et cristallise en aiguilles jaunes, fusibles à 60°-61°. *L'éther acétique*

$$C^2H^3O^2 - C^6H^3 - AzO^2 - I (1.2.6)$$

constitue des aiguilles incolores, fusibles à 96°-97°.

» V. *Action de l'acide azotique sur l'orthoiodophénol.* — On opère avec 8,8 parties d'orthoiodophénol, 8,8 parties d'acide acétique et 3 parties d'acide azotique (D = 1,478). En distillant le produit à la vapeur d'eau, j'ai obtenu, avec un peu d'orthonitrophénol, 2g,5 du *nitrophénol iodé* $OH - C^6H^3 - AzO^2 - I$ (1.2.6). Dans la partie non entraînée à la distillation, il s'est déposé des aiguilles (3g,5) jaunâtres; celles-ci ont été purifiées par cristallisation dans l'acide chlorhydrique chaud. Elles fondent à 86°-87° et constituent l'*orthoiodophénol nitré* (1.4.2). En effet, il donne naissance à un *éther*

([1]) *Liebig's Annalen der Chemie :* Post, t. CCV, p. 91; Weselsky, t. CLXXIV, p. 107; Piria, t. CXCVIII, p. 268.

([2]) Busch, *Berichte der deutsch. chem. Gesellsch.*, t. VII, p. 462.

([3]) Kœrner, *Jahresb. über die Fortschrit. der Chem.*, 1867, p. 615.

méthylique identique à celui de M. Reverdin (¹), $CH^3 — O — C^6H^3 — AzO^2 — I$ (1.4.2), et fusible à 97°. L'*éther acétique* (1.4.2) cristallise en aiguilles incolores, fusibles à 68°. J'ai étudié le prétendu phénol monoiodé nitré auquel M. Busch (*loc. cit.*) a attribué la formule que je donne à l'isomère précédent $OH — C^6H^3 — AzO^2 — I$ (1.4.2); j'ai constaté qu'il est en réalité le *phénol diiodé nitré* $OH — C^6H^2 — AzO^2 — I^2$ (1.4.2.6) décrit plus haut. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Action de l'acide arsénique cristallisé sur le pinène.* Note de M. P. GENVRESSE.

« Nous avons montré (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 910) que le peroxyde d'azote, en agissant sur le pinène, lui cédait un atome d'oxygène pour donner le pinénol. Nous avons voulu voir si l'acide arsénique ne se comporterait pas d'une manière analogue vis-à-vis de ce corps.

» Contrairement à nos prévisions, nous avons constaté que l'acide arsénique joue très peu vis-à-vis du pinène le rôle d'oxydant; nous avons bien, en effet, obtenu un peu de cymène, mais, suivant les proportions d'essence et d'acide que nous employions, nous obtenions surtout ou du pinène ayant une odeur différente de celle de l'essence de térébenthine, ou du terpinène, et d'autant plus de terpinène que nous prenions davantage d'acide. Il se forme toujours en même temps un peu de terpinéol.

» Nous avons examiné deux cas : 1° celui où nous voulions surtout transformer l'odeur du pinène; 2° celui où nous visions au rendement en terpinène.

» *Premier cas.* — On chauffe ensemble pendant 3 heures, au réfrigérant ascendant, 1^{kg} de pinène et 25^g d'acide arsénique cristallisé. On entraîne ensuite par un courant de vapeur d'eau. En partant de 1^{kg} de pinène, on retrouve 950^g de liquide. Nous avons ensuite séché sur du chlorure de calcium et distillé au tube Le Bel et Henninger à cinq boules. Nous avons ainsi obtenu : 20^g de produit avant 156°; 410^g de 156° à 161°; 450^g de 161° à 170°; 30^g de 170° à 185°; 40^g de résidu.

» La portion qui passe de 161° à 170°, dans les mêmes conditions, donne 219^g de 156° à 161°; 180^g de 161° à 170°; 30^g de 170° à 185°; 20^g de résidu.

» Le produit qui bout de 156° à 161° redistille dans les mêmes conditions, dans le même intervalle de température.

» Nous avons d'abord étudié ce produit et nous avons vu que nous nous trouvions en présence du pinène, quoique son odeur eût changé; le corps ne sentait plus, en effet, l'essence de térébenthine, mais avait une odeur un peu citronnée, nullement désagréable.

(¹) REVERDIN, *Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft*, t. XXIX, p. 997.

» Pour cette transformation, nous avions d'abord purifié nous-même l'essence, à la manière habituelle, et pris ce qui passait au tube Le Bel et Henninger entre 156° et 161°, et nous avons comparé notre produit avec ce dernier. La densité n'avait pas changé; elle était de 0,8587 à 20°,5 et celle de l'essence 0,86 à la même température; l'indice de réfraction est le même pour les deux produits : 1,467. Il n'en est pas toutefois de même du pouvoir rotatoire. Pour notre produit, il est de —26° 16′ et pour l'essence —40°51′. Nous avons opéré en solution chloroformique et à la même température 18°. En continuant la comparaison au point de vue chimique, on trouve une ressemblance encore plus parfaite. L'essence de térébenthine, traitée par l'acide chlorhydrique donne, comme on le sait, le camphre artificiel fondant à 125°. Le pinène transformé se conduit de la même manière, dans les mêmes conditions, et donne le même produit avec le même point de fusion. La même ressemblance se poursuit si l'on fait les nitrosochlorures. On doit donc conclure que les deux produits sont identiques et que l'odeur spéciale que l'on connaît à l'essence de térébenthine provient d'une impureté qui lui a été enlevée par l'acide arsénique.

» Nous avons voulu voir ce qu'était devenu ce réactif; des 25g dont nous étions parti nous en avons retrouvé 15; nous avons aussi pu isoler 5g d'anhydride arsénieux.

» Ce qui distillait au-dessus de 161° était un mélange de pinène, de terpinène et d'une petite quantité de cymène et de terpinéol.

Deuxième cas. Préparation du terpinène.—Voici les proportions d'acide arsénique et de pinène qui nous ont paru les meilleures, après un grand nombre d'essais : 250g d'acide arsénique cristallisé et 1000g de pinène. On opère comme précédemment. Une cinquantaine de grammes passent avant 170°; 200g de 170° à 175°; 630g de 175° à 180° .... Il reste un résidu de 70g. Si l'on redistille la portion qui bout de 170° à 175° on trouve que la plus grande partie (120g) passe au-dessus de 175°. Ce qui passe au-dessus de 175° a été redistillé au tube Le Bel, et nous avons ainsi obtenu 600g qui bouillent de 177° à 180° sous la pression de 740mm.

» Ce qui bout de 170° à 175° contient du terpinène; en effet, il donne la réaction de Beckmann et aussi le nitrosite de terpinène, mais en petite quantité. Si on le traite par une solution concentrée de salicylate de soude, on voit qu'il s'y dissout un carbure qui a les propriétés du cymène; sa combustion répond à la formule $C^{10}H^{14}$. Il bout à 170°, ne fixe pas le brome par addition et ne donne pas la réaction de Beckmann. La production de ce corps, toujours en petite quantité, s'explique très bien en admettant l'oxydation du pinène par l'acide arsénique ou du terpinène déjà formé.

» La portion qui passe de 177° à 180° est constituée par du terpinène. Il bout toujours dans un intervalle de température de 2° à 3°. Il a pour formule $C^{10}H^{16}$. Sa densité à 0° est 0,874; son indice de réfraction 1,487; sa réfraction moléculaire 44,7 et celle que l'on trouverait en prenant les nombres de M. Brühl et en admettant deux doubles liaisons dans la molécule serait égale à 45. Nous avons vu d'une autre manière que ce corps possédait deux doubles liaisons; en effet, si on le dissout dans le benzène et si on le traite par le brome, on trouve que ce dernier se décolore tant que la solution benzénique n'a pas absorbé 2mol; 4g,17 de brome ont été décolorés, au lieu de 4g,07 qu'exigeait la théorie.

» Ce corps est donc un terpène tétravalent et c'est bien du terpinène. En effet, il

donne la réaction de Beckmann et en outre son nitrosite fond à 155°, température qui est bien celle indiquée pour le point de fusion du nitrosite de terpinène.

» Le terpinène est décrit comme n'ayant pas de pouvoir rotatoire; celui que nous avons obtenu est, au contraire, actif et lévogyre. Deux échantillons différents nous ont donné les nombres — 10° 47′ et — 10° 21′ pour un tube de longueur égale à 2^{dm}.

» Un de mes élèves, M. Langlois, en traitant le limonène dans les mêmes conditions que nous avons traité le pinène dans le deuxième cas, a également obtenu du terpinène.

» Ce qui bout au-dessous de 180° contient du terpinéol, une dizaine de grammes par kilogramme de pinène employé. Son pouvoir rotatoire en solution chloroformique est de — 3° 44′.

» *En résumé*, dans l'action de l'acide arsénique sur le pinène, nous avons obtenu un corps ayant une odeur différente de celui qui nous a servi de point de départ, du terpinène, un peu de cymène et de terpinéol.

» L'acide arsénique pourrait permettre une préparation industrielle du terpinène. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Vascularisation des corps surrénaux chez les* Scyllium [1]. Note de M. Ed. Grynfeltt, présentée par M. Alfred Giard.

« Les corps suprarénaux des Sélaciens ont des rapports très étroits avec les artères. Cela a été déjà dit depuis longtemps et notamment par Chevrel et Swale Vincent. Mais on n'a pas suffisamment insisté sur la disposition des vaisseaux à l'intérieur de ces corps, et je donnerai ici les résultats que j'ai obtenus sur ces points à l'aide d'injections à la gélatine colorée ou avec le nitrate d'argent.

» Chez *Scyllium canicula* et *S. catulus* que je veux seuls examiner aujourd'hui, ces corps sont toujours traversés par une artère intercostale ou une des premières branches de bifurcation de ces dernières. Cette artère, immédiatement avant son entrée dans le corps ou à peu de distance de celui-ci, émet un ou plusieurs rameaux très fins (capillaires) qui s'enfoncent dans l'épaisseur du corps suprarénal en suivant un trajet extrêmement flexueux et en constituant un lacis de capillaires en S entourant l'artère centrale à laquelle ils forment comme un manchon vasculaire très riche. Ces vaisseaux sont plongés au sein du tissu suprarénal qui entoure l'artère. La forme du réseau qu'ils dessinent est assez caractéristique à cause des flexuosités très mar-

(1) La bibliographie de cette question est renvoyée au Mémoire *in extenso* qui paraîtra prochainement.

quées que présentent les capillaires avant de se brancher et de s'anastomoser les uns avec les autres, ce qui arrive du reste peu fréquemment.

» Dans les cas où un ganglion du sympathique est accolé au corps suprarénal observé, les réseaux vasculaires de l'un et de l'autre se reconnaissent toujours aisément, celui du ganglion étant plus lâche, à grandes mailles quadrilatères dont les bords rectilignes donnent des figures tout à fait distinctes de celles des capillaires suprarénaux juxtaposés.

» Les capillaires du corps suprarénal se continuent dans des veines dont quelques-unes, peu nombreuses, sont placées dans l'épaisseur du corps lui-même, tandis que les autres bien plus nombreuses sont rejetées à la périphérie où elles forment autour du corps suprarénal une sorte d'enveloppe à mailles lâches.

» Du reste, la disposition de cette enveloppe veineuse varie suivant la situation topographique des corps suprarénaux, que l'on peut à ce dernier point de vue diviser en trois groupes : 1° un groupe antérieur, comprenant les soi-disant *cœurs axillaires* et, en moyenne, les cinq paires suivantes des corps suprarénaux ; 2° un groupe moyen répondant à la portion antérieure effilée du rein ; 3° un groupe postérieur comprenant les corps cachés dans l'épaisseur du rein. Les corps du groupe antérieur sont en rapport avec la paroi postérieure ou dorsale des sinus de Monro, dans lesquels ils font plus ou moins saillie ; ils sont très facilement visibles dès que l'on a ouvert ces sinus. Ceux du groupe moyen sont placés entre le bord interne du rein fort réduit à ce niveau et la veine cardinale du même côté, dans laquelle ils font plus ou moins saillie. Enfin, les corps du groupe postérieur sont entièrement cachés par les reins, qui sont à ce niveau bien développés et se rapprochent l'un de l'autre sur la ligne médiane où ils ne sont séparés que par les veines cardinales fusionnées en une seule, la veine interrénale de Chevrel.

» Les veines des corps suprarénaux, placées, nous l'avons vu, à leur périphérie, se jettent dans des veines faisant partie d'un système porte, à la fois rénal et surrénal dans les parties postérieure et moyenne, et uniquement surrénal pour le groupe antérieur. Voici comment les choses sont disposées : on sait que la veine porte rénale naît de la bifurcation en avant de la caudale. Chacune de ces branches de bifurcation (veines de Jacobson) se porte sur le côté externe du rein qu'elle suit sur toute sa longueur et se prolonge en avant dans la même direction, alors que la substance du rein a disparu, à peu près jusqu'au niveau du cœur axillaire. Chemin faisant, elle reçoit, au niveau de chaque segment, une veine intercostale. Elle n'est aucunement régulière, mais se rétrécit çà et là, et son tronc s'interrompt même à certaines places ; ailleurs il est remplacé par un réseau à mailles longitudinales irrégulières. En un mot, cette veine participe largement du caractère lacunaire souvent signalé dans le système veineux de ces animaux. La veine porte rénale envoie au niveau de chaque corps suprarénal un lacis de veines larges, aplaties, communiquant fréquemment entre elles et formant autour du corps la gaine veineuse dont il a été parlé. Ces veines débouchent ensuite dans les veines cardinales, d'une manière plus ou moins directe, suivant les points. Dans la partie postérieure, où le rein est bien développé, elles se jettent dans les veines rénales qui naissent au sein même de cet organe et par l'intermédiaire de ces dernières, dans la veine interrénale. En avant, lorsque le rein diminue d'épaisseur, puis disparaît, les veines de la capsule se jettent directement dans la veine cardinale

du même côté. Mais dans les corps tout à fait antérieurs qui font saillie dans le sinus de Monro, il n'y a pas d'enveloppe veineuse complète. Celle-ci est limitée à la partie du corps en contact avec la paroi postérieure du sinus et tous les vaisseaux de la surface libre et saillante dans le sinus se déversent directement dans ce dernier par des veinules larges qui plongent perpendiculairement dans l'épaisseur du corps suprarénal et s'ouvrent à sa surface. Il importe de remarquer que si le sang de la plupart des corps suprarénaux emprunte, pour arriver dans les veines cardinales, des voies appartenant au système porte rénal, il n'y a pas lieu cependant de parler d'un système porte suprarénal fonctionnel, car le sang veineux ne traverse pas ces corps et se contente de circuler à leur surface.

» *Corps interrénal.* — Cet organe reçoit le sang de petites artères d'origines variables. Arrivées à la surface de l'organe, ces artères la suivent pendant un certain temps, puis se réduisent en capillaires. Ces derniers, d'un diamètre plus considérable que celui des suprarénaux, forment dans l'organe un riche réseau à mailles quadrilatères assez régulières, orientées dans le sens de sa longueur et se jettent finalement dans une veine centrale placée dans l'axe de ce corps et plus ou moins discontinue. Cette veine se déverse dans les veines rénales les plus voisines. Il n'y a jamais à la périphérie de l'interrénal de larges plexus veineux comparables à ceux des corps suprarénaux. »

BOTANIQUE. — *Sur le* Menabea venenata *Baillon qui fournit, par ses racines, le* TANGHIN de MÉNABÉ ou des SAKALAVES (*poison d'épreuve*), *encore dénommé* KISSOUMPA ou KIMANGA, *à Madagascar, sa patrie.* Note de M. **EDOUARD HECKEL**, présentée par M. G. Bonnier.

« On connaît bien le Tanghin de Madagascar, poison d'épreuve par sa graine que fournit le *Tanghinia venenifera* Poiret. Il a fait l'objet de très remarquables travaux parmi lesquels il faut citer au premier rang ceux de MM. J. Chatin, Th. Husemann, Quinquand et Arnaud. Mais ce qu'on ne sait que par une courte Note descriptive de la plante et par quelques mots sur son emploi dus à Baillon, c'est l'existence d'un second Tanghin de Madagascar, plus connu sous le nom de TANGHIN DE MÉNABÉ ou T. DES SAKALAVES ou encore T. FEMELLE et appelé en langue indigène *Kissoumpa* ou *Kimanga*, suivant les dialectes. Mais cette Note était tombée dans l'oubli le plus profond, comme l'Asclépiadée qui l'avait motivée.

» Baillon a, sur un échantillon incomplet, décrit cette plante dans le *Bulletin de la Société linnéenne de Paris* (n° 104, 5 février 1890) et n'en a donné qu'une idée inexacte et incomplète : il l'a placée à tort dans les *Asclépiadées-Périplocées*, mais en reconnaissant cependant que la constitution de ses organes reproducteurs nécessitait, dans la famille des Asclé-

piadées, la création à son profit d'un genre nouveau *Menabea*, l'espèce elle-même étant désignée sous le nom de *M. venenata*, à raison des propriétés toxiques de ses racines.

» L'Institut colonial de Marseille a reçu de son zélé correspondant, M. Perrier de la Bâtie, de Suberbieville (Madagascar), non seulement des échantillons botaniques complets et bien conservés de cette plante, mais encore une quantité suffisante de ses racines pour en tenter une analyse chimique. De l'examen auquel je me suis livré il résulte que la plante envoyée par M. Perrier de la Bâtie avec la seule indication de « Tangena-Sakalava ou Kimanga » est bien le *Menabea venenata* Baillon; la description de cet auteur, bien qu'incomplète et peu exacte, ne laisse aucun doute à cet égard.

» La plante est un arbuste portant un axe souterrain très court, dont la face supérieure donne insertion à plusieurs tiges, et la face inférieure à un nombre considérable de racines disposées en faisceau dense. Les rameaux, comme les feuilles, sont pourvus d'un duvet épais, cotonneux, feutré, qu'on retrouve sur les follicules du fruit (décrit à tort comme glabre par Baillon) et même sur le calice. Les feuilles, ovales, légèrement acuminées, vertes dessus et jaunâtres en dessous, sont pétiolées et mesurent non pas 9^{cm} comme l'indique Baillon, par erreur typographique sans doute, mais $0^{m},025$, dont 2^{cm} pour le limbe et $0^{m},005$ pour le pétiole. Leur largeur est de $0^{m},012$ à $0^{m},014$; la nervure médiane est très prononcée à la face inférieure [1]. Les fleurs, petites, sessiles, sont ramassées en cymes condensées, multi- ou pauciflores à l'aisselle des feuilles. On en trouve sur tous les rameaux, accompagnant presque toutes les paires de feuilles opposées, mais siégeant d'un seul côté. La floraison a lieu en novembre et décembre.

» Le calice, velu, a cinq sépales étroits, obtus au sommet, et la corolle gamopétale est formée d'éléments concrescents à la base en formant un tube étroit, mais constitués, sur presque toute leur étendue, par de longs pétales spatulés et de couleur jaune. Les cinq étamines à filets libres sont insérées, comme le dit Baillon, au bas de

---

(1) Ce végétal, indiqué par Baillon comme probablement à suc laiteux, l'est certainement, car j'ai trouvé en plusieurs points de la tige une matière résineuse concrète d'un blanc jaunâtre, qui n'est que du latex solidifié par évaporation après rupture de l'épiderme. Les feuilles ont la structure suivante : à la face supérieure et inférieure, un épiderme fortement cuticularisé, dont les cellules se prolongent en poils à deux cellules, dont l'une, de base, est très étranglée et très étroite, tandis que l'autre, terminale, est très allongée et constitue la presque totalité du poil dont les parois sont épaisses et le contenu de couleur jaune rouge. Au-dessous se trouve, à la face supérieure, un tissu palissadique formé d'une rangée de longues et étroites cellules à contenu vert très foncé. Le tissu lacuneux inférieur est incolore; de là, la différence de couleur des deux faces de la feuille.

la corolle. Elles sont pourvues d'anthères basifixes s'ouvrant par une fente longitudinale, dont les loges renferment un pollen en masse. Les *translatoria* font défaut d'une manière absolue. Ces étamines, surmontées d'un prolongement du connectif, sont indépendantes et non cohérentes avec le stygmate. Les pièces de la couronne alternent avec les étamines, sont triangulaires subulées et attachées au dos de la base des anthères. La présence des pollinies dans ces anthères éloigne cette espèce du groupe des Périplocées et la rattache aux Cynanchées ([1]). L'ovaire, petit, est terminé par un style court et un stygmate à tête en forme de champignon. Le fruit, accompagné par le calice, persistant, est un double follicule velu dont les éléments réunis à la base sont écartés et finalement situés sur une même ligne droite, parallèle à la tige et terminés chacun par une tête à deux lobes hémisphériques inégaux. Ces follicules mesurent de 7^{cm} à 9^{cm} chacun. Ils renferment à maturité des graines assez grosses brun marron, aplaties, à spermoderme tuberculeux et terminées au sommet par un pinceau assez long de poils formant une aigrette dense orientée dans le fruit vers son sommet. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les effets du commensalisme d'un* Amylomyces *et d'un* Micrococcus. Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

« On réunit sous le nom d'*Amylomyces* les Champignons susceptibles de consommer l'amidon en le saccharifiant à la manière du malt ou des acides.

([1]) Avant d'avoir pu identifier cette plante avec *Menabea venenata* Baillon, je l'avais communiquée à M. le Professeur K. Schumann, de l'Université de Berlin, le savant monographe des Asclépiadées dans le *Pflanzenfamilien* d'Engler, et voici sa réponse, qui servira à la fois de contrôle et de confirmation à mes observations : « La plante que vous avez eu la bonté de m'envoyer est une des plus intéressantes que j'aie jamais vues. Elle tient une place intermédiaire entre les Asclépiadées et les Apocynées, car elle est d'une structure spéciale dans l'appareil générateur qui correspond bien avec celle de la première de ces deux familles. Mais elle n'a pas de *translatoria*. J'ai examiné le gynostège avec les lentilles les plus fortes, mais il n'y a pas trace de ce mécanisme. Elle se place entre les Cynanchées-Asclépiadées-Cynanchinées et y occupe une place spéciale par le caractère ci-dessus indiqué et par cet autre que les étamines ne sont pas cohérentes avec la tête stygmatique fongiforme. Les lobes de la couronne sont fixés aux étamines et subulés; les anthères s'ouvrent par des fentes longitudinales. Je nomme le genre *Heckelia* et l'espèce *H. tomentosa*. Je mets le genre nouveau dans les Asclépiadées, parce qu'il y a des pollinies dans les thèques de l'anthère. » De par les lois de la priorité, le savant botaniste allemand devra conserver le nom de *Menabea verrucosa* à l'espèce qui nous occupe ici.

L'un des plus connus est le *Mucor Rouxianus* Wehmer, décrit primitivement par le Dr Calmette sous le nom d'*Amylomyces Rouxii*. C'est l'élément saccharifiant de la levure chinoise de Saïgon.

» Cultivé sur du Riz cuit à une température ne dépassant pas 15° C., le *Mucor* prend une belle coloration jaune orangé. Cette couleur est due à un produit accumulé dans les filaments sous forme de gouttes réfringentes. Dans les filaments âgés, vides de protoplasme, nous avons observé la cristallisation du pigment en aiguilles longues et fines, en petits bâtonnets ou en minces lamelles présentant la même teinte, mais avec une grande intensité. L'acide sulfurique concentré ne modifie pas la couleur des gouttes ni des cristaux.

» Les cultures ont une teinte pâle quand on les fait à l'étuve réglée à 28° ou au delà. Wehmer considère l'accumulation du pigment comme l'indice d'une assimilation imparfaite.

» Nous avons réussi à provoquer une coloration intense du *Mucor Rouxianus* dans des cultures sur Pomme de terre en tubes de Roux à 30° C., en lui associant un *Micrococcus* rose, d'espèce indéterminée. Ce *Micrococcus* donne d'abondantes colonies d'un rose pur sur les milieux maltosés, mais ne se développe pas, à l'état isolé, sur la Pomme de terre.

» Une tranche de Pomme de terre, ensemencée à trois reprises différentes, le 31 décembre, le 2 et le 9 janvier, avec une culture pure de *Micrococcus*, paraissait encore stérile le 13 janvier. A cette date, nous y semons des spores de *Mucor Rouxianus*; nous ensemençons de même des tubes témoins, qui n'avaient pas reçu de microbes; le tout est maintenu à 30° C. Dans les tubes témoins, le *Mucor* se développe, suivant la règle, en touffes à peine teintées de jaune pâle. Dans le tube infecté, les touffes ont pris, au bout d'une semaine, une teinte orangé roussâtre plus intense que celle des cultures sur Riz à froid. Cette teinte s'accentue encore les jours suivants. Au microscope on voit, autour des filaments, d'abondants *Micrococcus* et, dans leur intérieur, des gouttes réfringentes jaunes et des cristaux de pigment semblables à ceux des cultures pures, mais plus abondants.

» Le coloris des cultures mixtes à l'étuve est donc produit par le même pigment que le coloris des cultures pures à froid; sa grande intensité résulte de la production exagérée de cette matière colorante; la couleur propre des *Micrococcus* se manifeste par un ton un peu plus rosé que dans les cultures pures.

» Nous avons obtenu maintes fois les mêmes caractères chromatiques dans les cultures mixtes de *Mucor Rouxianus* et de *Micrococcus*, pourvu que la Pomme de terre fût suffisamment humide. Dans les cultures trop sèches, les *Coccus* étaient rares et la teinte générale peu prononcée; dans les cultures trop humides, au contraire, les filaments sont plongés, surtout vers le fond du tube étranglé, dans un enduit épais de *Coccus*; ces amas myco-bactériens ont une teinte rouille très vive.

» Le *Micrococcus*, demeuré inerte à la surface de la Pomme de terre tant qu'il était abandonné à lui-même, est entré dans une période d'activité et de multiplication

dès que le *Mucor Rouxianus* s'est développé sur le même milieu. Nous savons que le *Mucor* saccharifie l'amidon; Sitnikoff et Rommel ont établi qu'il produit du maltose aux dépens de la fécule de Pomme de terre; nous avons vu d'autre part que le *Micrococcus* rose pousse bien dans les milieux maltosés. Le *Mucor* a donc permis la transformation du microbisme latent en microbisme actif et manifeste, en fournissant au *Micrococcus* le maltose qui faisait primitivement défaut dans la Pomme de terre. Nous avons là un exemple frappant des processus chimiques qui interviennent dans les associations biologiques, telles que les associations parasitaires.

» L'accumulation exagérée du pigment dans les filaments de *Mucor*, dans les conditions de température les plus propices à l'assimilation, est une conséquence du commensalisme du *Micrococcus*, car celui-ci détourne à son profit le maltose consommé, dans les conditions normales, par le Champignon qui l'a fabriqué.

» En résumé, l'association du *Mucor Rouxianus* et d'un *Micrococcus* avide de sucre a pour effet de permettre le développement de la bactérie sur la Pomme de terre, grâce à la saccharification de l'amidon par le Champignon et la fabrication d'une grande quantité de pigment jaune orangé par le *Mucor*, grâce à la consommation du maltose par le *Micrococcus*. »

GÉOLOGIE. — *Découverte d'un nouvel horizon de calcaire lacustre fossilifère, intercalé dans les mollasses miocènes de l'Ariège.* Note de M. G. Vasseur, présentée par M. Michel Lévy.

« On sait que les formations d'eau douce du bassin tertiaire de l'Aquitaine sont constituées par une série mollassique extrêmement puissante et comprenant des intercalations de dépôts calcaires.

» Dans les régions où se présentent ainsi des alternances de sédiments détritiques (mollasses) ou d'origine chimique (calcaires), la détermination de ces terrains a pu s'effectuer facilement d'après l'examen des mollusques fossiles que les niveaux calcaires renferment souvent en abondance, tandis que les formations mollassiques ne contiennent ordinairement que des restes de Vertébrés dont les gisements sont rares et toujours très limités.

» Nous avons déjà montré que la distribution des calcaires d'eau douce, dans la dépression aquitanienne, paraît avoir été en rapport avec les formes successives de ce bassin et que les bandes courbes que ces dépôts dessinent semblent épouser le contour des anciens rivages, qu'elles atteignaient dans certaines parties, ou qu'elles devaient suivre à distance.

» Il résulte de ce mode de répartition du facies calcaire que, si l'on pénètre dans l'intérieur du bassin, on ne rencontre généralement que des sédi-

ments mollassiques, dont la constitution uniforme ne permet plus de délimiter les régions correspondant aux affleurements des divers étages géologiques.

» Ce cas se présente particulièrement lorsqu'on franchit vers l'ouest la bande des calcaires stampiens de Briatexte qui s'étendent du nord au sud, depuis les environs de Carmaux jusqu'à la vallée de l'Hers. Au delà de ces affleurements calcaires on ne rencontre plus en effet que des dépôts mollassiques, et il faut atteindre la partie occidentale du Tarn-et-Garonne et le département du Gers pour voir reparaître les calcaires, dans le terrain aquitanien et les formations miocènes dites de l'Armagnac.

» Les recherches que nous avons exécutées l'été dernier, pour le Service de la Carte géologique, nous ont cependant donné l'occasion de constater que, dans la région située à l'ouest de la vallée de l'Ariège et au nord des couches redressées du poudingue de Palassou, il existe, intercalé dans les mollasses, un nouvel horizon de calcaire lacustre fossilifère, permettant de rapporter au Miocène les sédiments tertiaires qui lui sont superposés.

» Cette partie du département de l'Ariège n'avait fourni jusqu'à présent qu'un petit nombre de fossiles : des restes de *Dinotherium* provenant du Carla-Bayle, et des dents de *Rhinocéros* et de Tapir indéterminés, découvertes par l'abbé Pouech dans les *Terreforts* de Pamiers.

» Ces débris de Mammifères semblaient autoriser néanmoins l'attribution au Miocène de l'ensemble des mollasses qui s'étendent vers l'est jusqu'à la vallée de l'Ariège, et cette détermination paraissait d'autant mieux fondée que les dépôts en question sont discordants au sud, avec les poudingues de Palassou.

» Si l'on tient compte cependant du faible pendage que présentent vers l'ouest les calcaires stampiens de Briatexte, au sud de Belpech, on est en droit de supposer que les sédiments qui se montrent aux environs de Pamiers, vers la base des escarpements de la rive gauche de l'Ariège, appartiennent encore à la série oligocène (Aquitanien). La limite de l'Oligocène et du Miocène se trouverait donc comprise, dans cette région, entre la vallée de l'Ariège et l'horizon qui fait l'objet de la présente Note.

» Le calcaire que nous signalons atteint sa plus grande épaisseur (15^{m} environ) dans les hauteurs de Saint-Ybars; on en peut suivre l'affleurement au-dessous de Canens et de Sieuras; au sud-est, il s'amincit rapidement et n'est plus représenté, au pied du tertre du Carla-Bayle, que par une couche marneuse passant à 40^{m} au-dessous du

gisement du *Dinotherium*. Le même dépôt se retrouve plus au sud et doit se continuer dans cette direction, jusque dans les environs de Campagne. Du plateau de Saint-Ybars, notre collaborateur M. Savornin a bien voulu se charger de suivre ce calcaire vers le nord; il a constaté qu'il se maintient dans les plateaux situés à l'est de la Lèze et qu'il passe latéralement à la Mollasse, à peu de distance de la limite des feuilles au $\frac{1}{80000}$ de Pamiers et de Toulouse.

» D'après ces observations, et conformément à la *loi de distribution des calcaires lacustres*, que nous avons signalée et qui s'est déjà vérifiée pour divers niveaux du bassin tertiaire de l'Aquitaine, *le calcaire de Saint-Ybars dessine une bande dirigée nord-sud*, ne dépassant pas 6^{km} à 8^{km} de largeur et s'étendant en longueur sur une vingtaine de kilomètres.

» On ne peut assurément comparer l'extension de cette bande à celle des calcaires de Briatexte ou de l'Armagnac que l'on peut suivre à travers plusieurs départements, mais le nouvel horizon n'en constitue pas moins, au point de vue stratigraphique, un précieux repère, la région où il se présente n'ayant offert jusqu'ici que des sédiments mollassiques, sans intercalations de dépôts susceptibles d'être suivis sur une certaine étendue.

» Le calcaire de Saint-Ybars est ordinairement blanchâtre et comprend des bancs travertineux, durs et caverneux et des lits de marnes parfois noduleuses.

» Les recherches minutieuses que nous avons faites dans ce terrain n'ont pu aboutir à la découverte de fossiles en dehors de deux gisements situés à l'est de Sieuras, sous la métairie de Gayrousse et au-dessous du hameau de Niac. Dans ce dernier endroit, le calcaire forme la table d'un petit plateau d'où l'on a extrait pour l'empierrement des routes une roche très dure, à cassures franches et angles vifs. C'est en examinant quelques blocs provenant de ces exploitations que nous avons découvert les mollusques terrestres et d'eau douce dont la détermination ne peut laisser aucun doute sur l'âge du dépôt qui les renferme.

» La faunule de Niac comprend : 1° des formes communes à l'étage aquitanien et au terrain miocène (*Planorbis solidus* Thom. et *Limnœa pachygaster* Thom.); 2° deux espèces qui n'ont été recueillies jusqu'à présent que dans le calcaire de Sansan [*Limnœa Dupuyi, L. Dupuyana* Noul. em. et *Planorbis Ludovici* (1) Noul., variété du *Planorbis declivis* Braun, à tours plus convexes antérieurement et à ombilic plus profond]; 3° un *Ancylus* nouveau et un *Helix* indéterminé, mais n'offrant aucune affinité avec les types oligocènes.

» La présence dans ce dépôt de fossiles caractéristiques de la formation de Sansan nous autorise donc à attribuer notre nouvel horizon au terrain miocène, dont il pourrait représenter un niveau assez inférieur.

» La faune de Niac permet de comprendre, dans le Miocène, les

---

(1) Je dois à l'obligeance de M. Léon Bertrand la communication d'échantillons du *P. Ludovici* appartenant à la collection Noulet, du Musée de Toulouse.

sédiments qui, sur 40^{m} d'épaisseur, se montrent au-dessous des couches à *Dinotherium* du Carla-Bayle, et affleurent sur de vastes étendues, à l'ouest du calcaire de Saint-Ybars. Toutefois, la délimitation approximative des terrains oligocène et miocène reste encore subordonnée à la découverte de restes de Vertébrés déterminables dans la région mollassique qui s'étend vers l'est jusqu'à la vallée de l'Ariège. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur le granite alcalin du Filfila (Algérie).* Note de M. **Pierre Termier**, présentée par M. Michel Lévy.

« Le massif du Filfila (*Djebel Filfila*) se dresse sur le bord de la mer, à 20^{km} environ à l'est de Philippeville, entre les embouchures de l'Oued-Rhira et de l'Oued-Saboun. Le point culminant est à l'altitude de 586^{m}. D'abord étudiée par Tissot, la constitution géologique de ce massif a été figurée et décrite par M. Séligmann-Lui. La carte géologique détaillée (au $\frac{1}{50000}$) et la notice explicative qui doit être jointe à cette carte ne sont point encore publiées; mais j'ai pu en consulter les minutes aux bureaux du Service géologique, à Alger.

» Les terrains sédimentaires qui constituent le massif du Filfila sont rapportés à l'Éocène supérieur par Tissot et par M. Séligmann-Lui (*terrain nummulitique supérieur* de Tissot, étage *ligurien* de M. Séligmann-Lui). Ce sont des schistes, des grès et des calcaires, alternant ensemble, et fortement plissés. Dans le massif même du Filfila, ces assises sont, le plus souvent, métamorphiques. Les calcaires sont marmorisés, et, même au microscope, on n'y voit pas d'organismes. Mais Tissot a montré que le complexe gréseux, schisteux et calcaire du Filfila se prolonge vers Gastu et Jemmapes, en perdant graduellement son aspect métamorphique, et qu'au Djebel-Chebebik, dans les mêmes calcaires, apparaissent des *Nummulites*.

» Un *granite à tourmaline* s'est introduit dans les terrains éocènes du Filfila, et y forme deux gros amas lenticulaires d'où divergent de nombreuses apophyses. L'un de ces amas mesure environ 3^{km} de longueur et 800^{m} d'épaisseur maxima. L'autre est un peu plus petit. Ce granite (appelé *granite* par Tissot) est désigné par M. Séligmann-Lui sous le nom de *trachyte*, à cause, sans doute, de son âge récent. C'est au granite que Tissot attribue le métamorphisme des terrains du Filfila; au lieu que M. Sélig-

mann-Lui indique, comme cause de ce même métamorphisme, l'intrusion d'une roche amphibolique ou pyroxénique.

» J'ai eu, l'été dernier, l'occasion d'étudier le granite du Filfila. *C'est bien ce granite qui est l'auteur du métamorphisme.* A son contact, ou dans son voisinage, le calcaire s'est changé en pyroxène; les schistes calcareux sont devenus des schistes pyroxéniques; les schistes argileux se sont silicifiés et durcis; seuls, les grès n'ont subi aucune modification importante. Toutes les roches pyroxéniques du Filfila sont des calcaires transformés. Il n'y a pas de roche éruptive autre que le granite. Dans le haut de la montagne, une grande masse de marbre passe latéralement à une masse de pyroxène cristallisé, sans doute sous l'influence d'un troisième amas granitique que l'érosion a enlevé et dont il ne reste aucune trace. A Kara-el-Haoussin, sur la route de Philippeville à Bône, on voit nettement les apophyses aplitiques du granite pénétrer dans les marbres, et, sur quelques mètres d'épaisseur, transformer ces marbres en pyroxène. Les roches dures exploitées près de la route, sous le nom d'*agatites,* sont des schistes argileux silicifiés (cornéennes).

» Le grain du granite est très variable, et par conséquent aussi son aspect. Dans les variétés à gros grain, qui sont les plus fréquentes, la dimension des cristaux d'orthose atteint 8^{mm}; les quartz ne dépassent guère 3^{mm} ou 4^{mm}; il y a, en grand nombre, des prismes noirs de tourmaline ayant $0^{cm},5$ de longueur et un peu plus de $0^{mm},5$ d'épaisseur; le mica est rare et en cristaux très petits. Quand le grain diminue, la tourmaline forme de fines aiguilles noires, à peine visibles; au contraire, le mica, de couleur brun clair ou blonde, s'étale davantage et semble en même temps devenir plus abondant. Il y a des variétés où les cristaux de mica ont $0^{cm},5$ de largeur. Les divers types passent les uns aux autres, et, si l'on excepte les aplites dont je vais parler, ils semblent indépendants de la distance aux bords du massif. La roche est partout très fraîche. Les feldspaths sont blancs.

» Près des bords, le granite se transforme, sur quelques mètres d'épaisseur, en une *aplite* blanche, semblable à du sucre, où l'on ne voit plus, à l'œil nu, ni mica, ni tourmaline. Les apophyses sont formées, au moins en majeure partie, d'aplites semblables.

» La structure microscopique du granite est le plus souvent franchement *granitique,* surtout dans les variétés à gros grain. Les variétés à grain fin sont parfois *granulitiques* (au sens de MM. Fouqué et Michel Lévy). Les aplites sont nettement granulitiques, avec des régions où abonde la micropegmatite.

» Les minéraux sont les suivants : tourmaline d'un brun clair, rarement terminée; topaze (assez rare et en petits cristaux); phlogopite blonde ($2V = 10°$ environ); albite; orthose (microperthite); et enfin quartz.

» Voici quatre analyses (I. Variété à gros grain, à grandes tourmalines; II. Variété

à grain fin; III. Variété la plus riche en mica; IV. Aplite, au contact immédiat du calcaire transformé en pyroxène) :

	I.	II.	III.	IV.
SiO^2	74,51	74,75	73,25	72,90
Al^2O^3	15,70	14,70	16,80	16,70
Fe^2O^3	0,77	0,97	0,95	0,36
MgO	0,99	1,07	1,50	0,66
CaO	»	»	»	1,10
K^2O	4,45	4,31	4,20	3,82
Na^2O	3,25	3,42	3,47	3,66
Eau	0,60	0,75	0,50	0,33
Total	100,27	99,97	100,67	99,53

» On voit combien les trois premières variétés sont, quant à la composition chimique, peu différentes. Le granite du Filfila est un *granite alcalin* typique, *absolument dépourvu de calcium*. Mais ses aplites deviennent légèrement calciques lorsqu'elles touchent le calcaire (lui-même transformé en pyroxène). La chaux passe alors dans l'orthose et dans l'albite, à l'état d'anorthite invisible.

» La teneur en acide borique, non mentionnée ci-dessus, atteint 0,4 pour 100 dans les échantillons les plus riches en tourmaline.

» La proportion pour 100 des divers minéraux, dans le granite, est à peu près la suivante : 35 quartz; 29 albite; 23 orthose; 6 phlogopite; 5 tourmaline; 2 argile (avec un peu d'oxyde de fer). »

MÉDECINE. — *Nouveau procédé d'analgésie des dents par l'électricité.* Note de MM. L.-R. **Regnier** et **Henry Didsbury**, présentée par M. d'Arsonval.

« Jusqu'à présent on a utilisé en Chirurgie dentaire, pour les interventions douloureuses, comme dans la grande Chirurgie, soit les anesthésiques généraux : chloroforme, éther, protoxyde d'azote, etc.; soit les analgésiques locaux et surtout, dans ce cas, les injections de chlorhydrate de cocaïne.

» La toxicité de ces agents, les conditions particulières nécessaires à leur emploi, les malaises postopératoires auxquels ils donnent souvent lieu, sont toujours pour l'opérateur un sujet de préoccupation sérieuse et

de responsabilité grave et, pour le patient, un danger hors de proportion avec l'importance de l'opération.

» L'idéal serait donc de trouver un procédé d'analgésie ne demandant aucune préparation spéciale du malade et lui évitant tout malaise consécutif. C'est pour nous rapprocher autant que possible de cet idéal que nous avons entrepris, à la Fondation Isaac Pereire, ces recherches dont nous avons communiqué les premiers résultats à l'Académie le 23 juin 1901, résultats qui, depuis, se sont confirmés et améliorés.

» Connaissant les effets d'anesthésie obtenus sur la peau et sur les muqueuses par M. d'Arsonval, à l'aide des courants de haute fréquence et de haute intensité, nous avons tenté d'utiliser ces courants dans le but : 1° de pratiquer sans douleur l'extraction des dents, leur réimplantation, le curettage de la carie non pénétrante douloureuse, celui de la chambre pulpaire ou du canal dentaire; 2° d'ouvrir le sinus maxillaire, d'enlever l'épulis, en un mot d'essayer si ce procédé d'analgésie serait applicable à toutes les opérations qui sont de pratique courante en Chirurgie dentaire. Nos recherches actuelles ne portent que sur l'extraction des dents et le curettage de la dentine.

» Pour l'extraction, il convient d'employer l'appareil d'Arsonval construit par Gaiffe comprenant une bobine de 30^{cm} d'étincelle avec interrupteur rotatif Contremoulin-Gaiffe et condensateur à pétrole. Ce dernier est relié à un résonateur Oudin dont la tige supérieure est unie par un conducteur souple à l'électrode fixée sur la mâchoire du patient. Cette électrode est constituée par un moulage en *stent*, revêtu à l'intérieur de poudre métallique et d'une mince feuille d'étain. Pour absorber la chaleur développée par le courant, cette dernière est enduite d'une couche de pâte d'amiante humide. Un galvanomètre intercalé dans la partie du circuit qui joint le résonateur à l'électrode indique pendant toute la durée de la séance l'intensité du courant qui passe dans le corps du patient.

» Appliqués suivant certaines règles que nous avons pu déterminer au cours de nos expériences, ces courants, ainsi que l'a démontré M. d'Arsonval, n'éveillent chez le patient aucune sensation autre que celle d'un peu de chaleur dans la région recouverte par l'électrode. Cette sensation, quand on atteint 300 mA, devient cependant pénible, ce qui nous a empêché d'employer des intensités plus élevées, qui, d'ailleurs, ne semblent pas nécessaires dans la plupart des cas. En effet, les dents monoradiculaires non atteintes de périostite sont complètement insensibilisées par une électrisation de 3 à 5 minutes à l'intensité de 150 à 200 mA; les dents

polyradiculaires nécessitent une électrisation de 6 à 8 minutes à l'intensité de 200 à 250 *m*A. Les dents atteintes de périostite semblent plus rebelles à l'action électrique et nécessitent de nouvelles recherches. L'insuffisance ou l'absence d'analgésie, constatée dans quelques cas, tient presque toujours à des causes physiques : 1° mauvais contact de l'électrode et de la dent; 2° intensité trop faible du courant par mauvais fonctionnement de l'appareil; 3° dérivation dans le siège sur lequel le malade était placé et qui, garni de pièces métalliques, avait le double inconvénient de provoquer des sensations désagréables et d'entraver l'action analgésiante du courant. Dans les autres cas, c'est la pusillanimité des sujets, effrayés par le bruit de la décharge du condensateur, qui nous a obligés à suspendre trop tôt l'électrisation.

» Pour obtenir un résultat certain, il est donc nécessaire : 1° que le contact de l'électrode et de la dent soit absolument intime et que la gencive ait été préalablement débarrassée de la salive et du mucus qui la recouvrent; 2° que le courant soit réglé à environ 300000 alternances par seconde; 3° que l'intensité de 150 à 250 *m*A soit bien atteinte; 4° que le patient soit placé sur un siège entièrement dépourvu de pièces métalliques.

» Grâce à ces précautions, aucun des malades traités n'a éprouvé de malaises soit pendant l'électrisation, soit après, et l'analgésie a toujours été complète.

» Nous avons également réalisé l'analgésie des caries non pénétrantes douloureuses. Cependant des recherches ultérieures sont nécessaires sur ce sujet. Mais nous pouvons dès à présent affirmer que ce nouveau procédé, qui évite l'emploi des agents anesthésiques toxiques, n'est nullement dangereux et que si, dans quelques cas bien déterminés, il ne supprime pas complètement la douleur, il la diminue toujours considérablement. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Appareils pour les aveugles*. Note de M. Dussaud, présentée par M. Ad. Carnot.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats obtenus avec les appareils que j'ai réalisés à l'usage des aveugles. Je me suis proposé d'étudier et de développer chez eux le sens du toucher avec de nouveaux appareils permettant de leur faire obtenir directement des lignes et des points en relief, créant ainsi pour ces infirmes la première possibilité pratique de dessins et d'écriture immédiatement en relief.

» Dans les appareils d'écriture employés jusqu'à ce jour, l'aveugle emprisonne sa feuille de papier entre une plaque de métal couverte de rainures horizontales équidistantes, très rapprochées les unes des autres, et une réglette métallique mobile dans laquelle sont découpées des fenêtres rectangulaires.

» Pour écrire, l'aveugle se sert de lettres formées de points placés d'une manière conventionnelle, analogue à l'alphabet Morse. Il appuie avec un poinçon un certain nombre de fois dans chaque fenêtre et y produit une lettre différente suivant le nombre et la position des points en creux qu'il a faits en appuyant sur le papier, qui se laisse creuser grâce aux rainures de la plaque métallique inférieure.

» Pour lire, l'aveugle désemprisonne sa feuille de papier, la retourne et suit avec les doigts les points en relief correspondant aux points en creux qu'il a formés.

» De ce que l'aveugle écrit au recto et lit au verso il résulte : 1° qu'il est obligé d'apprendre deux alphabets, un de lecture, un d'écriture, d'où temps et fatigue doubles pour le professeur et pour l'élève; 2° qu'il est forcé de lire de gauche à droite et d'écrire de droite à gauche, deux opérations intellectuelles qui se contrarient; 3° qu'il ne peut se corriger à mesure; 4° qu'il ne peut se relire à mesure; 5° qu'il ne peut calculer, puisqu'il lui faudrait se relire à mesure.

» Dans le nouvel appareil que j'ai réalisé les rainures de la plaque inférieure sont remplacées par de petits piquants. Entre la réglette mobile portant des fenêtres et le papier se trouve une plaque percée de trous, dans lesquels sont de petites clefs de montre. Il résulte de ce dispositif que, lorsque l'aveugle appuie avec son poinçon, il n'appuie plus sur le papier, mais sur une clef de montre, laquelle descend sur le papier et l'emboutit entre elle et le piquant qui se trouve au-dessous.

» Dès lors l'aveugle peut : 1° écrire les lettres comme il les lit, il n'a donc plus qu'un alphabet à apprendre; 2° écrire et lire de gauche à droite; 3° se corriger à mesure; 4° se relire à mesure; 5° calculer.

» Sur le même principe, j'ai réalisé un appareil donnant directement le relief sur la feuille de papier, au moyen d'un pantographe placé au-dessous d'elle et permettant de faire des tracés géométriques et géographiques.

» Enfin, on arrive à donner aux aveugles une première notion des différentes phases du mouvement d'un objet mobile, en faisant passer entre leurs

doigts des reliefs correspondant à ses différentes positions principales, d'une manière analogue aux photographies cinématographiques ([1]). »

MM. C.-Eg. **Bertrand** et **Cornaille** adressent une Note faisant suite à leurs Communications précédentes et intitulée : « La pièce quadruple des Filicinées et ses réductions ».

M. Emm. **Pozzi-Escot** adresse une Note : « Sur l'oxydase de la levure ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 février 1902.

Sur la similitude des dents de l'homme et de quelques animaux (deuxième Note), par Albert Gaudry, Membre de l'Institut. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Notice sur les Travaux scientifiques de M. Jules Tannery. Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 fasc. in-8°.

Le cancer du sein, étude clinique, statistique, par A. Le Dentu. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guyon, pour le concours du prix Barbier.)

Recherches sur les faunes marine et maritime de la Normandie. 3e voyage : *Région d'Omonville-la-Rogue* (*Manche*) *et fosse de la Hague, juin-juillet* 1899, par Henri Gadeau de Kerville. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1901; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Syndicat de la critique parisienne. Annuaire 1902. Paris; 1 fasc. in-12.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture,

---

([1]) Ces expériences ont été faites sous la haute et précieuse direction de M. Péphau, directeur de l'hospice national des Quinze-Vingts, fondateur-directeur de l'école Braille.



par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut; t. XXVIII, n° 1, 25 janvier 1902. Paris, Masson et Cie, 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Institut Pasteur, fondées sous le patronage de M. Pasteur et publiées par M. E. Duclaux, Membre de l'Institut. 16e année, t. XVI, n° 1, 25 janvier 1902. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société entomologique de France, 1902, n° 1. Paris, 1 fasc. in-8°.

L'Electrochimie, revue mensuelle des Sciences et de l'Industrie. Directeur : Adolphe Minet; 8e année, n° 1, janvier 1902. Paris; 1 fasc. in-4°.

Journal du Gaz et de l'Électricité. Directeur : P. Thiercelin; 22e année, n° 1, 15 janvier 1902. Paris, 1 fasc. in-4°.

Autoptique Fritz, appareil d'optométrie universel et automatique. Charleroi (Belgique), Fritz, s. d.; 1 fasc. in-4°.

Prodromus Floræ Batavæ. Vol. I : *Phanerogamæ et Cryptogamæ vasculares.* Pars I : *Dicotyledoneæ. Thalamifloræ.* Editio altera. Nimègue, F.-E. Macdonald, 1901; 1 vol. in-8°.

Sui tubercoli radicali della Medicago sativa; breve Nota di N. Passerini. (Extr. du *Bull. della Soc. bot. ital.*, 1900, p. 16.) 1 fasc. in-8°.

Anuario del observatorio astronomico nacional de Tacubaya, para el ano de 1902, ano XXII. Mexico, 1901; 1 vol. in-12.

Publications of the Lick Observatory of the University of California; vol. V, 1901. Sacramento, A.-J. Johnston, 1901; 1 vol. in-4°.

Surwey of India department. Professional paper, n° 5. *The attraction of the Himalaya mountains upon the plumb-line in India.* Dehra Dun, 1901; 1 vol. in-4°.

An account of the Crustacea of Norway, with short descriptions and figures of all the species, by G.-O. Sars : Vol. IV. *Copepoda Calanoida.* Parts III, IV : *Œtideidæ (concluded), Euchætidæ, Phaënnidæ,* with 16 autographic plates. Bergen, 1902; 1 fasc. in-4°.

The Norwegian North-Atlantic Expedition, 1876-1878. *Zoology : Molusca,* III, by Hermann Friele and James-A. Grieg, with two figures and map. Christiania, Grondahl et fils, 1901; 1 fasc. in-f°.

Proceedings of the United States National Museum; vol. XXII. Washington, 1900; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the United States National Museum; n° 50 : *The Birds of North and Middle America,* by Robert Ridgway : Part I. Washington, 1901; 1 vol. in-8°.

Transactions of the American Society of Mechanical Engineers; vol. XXII, 1901. New-York, 1901; 1 vol. in-8°.

Annals of the New York Academy of Sciences; vol. XIV, part I. Lancaster, Pa., 1901; 1 fasc. in-8°.

Acta et Comentationes Imp. Universitatis Jurievensis (olim Dorpatensis), 1900, n° 1-4. Jurjew, 1900; 4 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 février 1902.

Notice sur les travaux de M. Alfred Picard, Inspecteur général de 1re classe des Ponts et Chaussées, Président de la Section des Travaux publics, de l'Agriculture, du

Commerce et de l'Industrie au Conseil d'État. Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 fasc. in-4°.

Camille Flammarion, sa vie, ses travaux, par L.-LUCIEN LIBERT. Paris, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Minéralogie de la France et de ses Colonies, description physique et chimique des minéraux, études des conditions géologiques de leurs gisements, par M. A. LACROIX; t. III, fasc. 1. Paris, Ch. Béranger, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Atlas des Colonies françaises, dressé par ordre du Ministère des Colonies, par PAUL PELET; livr. 1-8. Paris, Armand Colin et Cie, 1901; 8 fasc. in-4° oblong. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Chaudières marines : Cours de machines à vapeur, professé à l'École d'application du Génie maritime, par L.-E. BERTIN; 2e éd. Paris, E. Bernard et Cie, 1902; 1 vol. in-4°.

Marine boilers, their construction and working, dealing more especially with tubulous boilers, by L.-E. BERTIN, *translated and edited* by LESLIE S. ROBERTSON, *with a preface* by sir WILLIAM WHITE. Londres, John Murray, 1898; 1 vol. in-8°.

En Indo-Chine : Du sous-sol. Conférence de M. J.-MARC BEL, avec une préface de M. P. DOUMER. Paris, 1901; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne, t. XIV, n° 157, livraison du 15 janvier 1902. Paris, Paul Dupont, 1902; 1 fasc. in-8°.

Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minérale, publié sous la direction du Conseil d'administration; 4e série, t. I, 1re livraison, 1902. Saint-Étienne, 1 fasc. in-8°. (Cette livraison n'a pas d'atlas.)

Société de l'Industrie minérale : Table générale des matières contenues dans les 15 Tomes formant la 3e série du *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale* (1887-1901), suivie d'une *Table alphabétique* des auteurs avec l'indication de leurs travaux. Saint-Étienne, 1901; 1 fasc. in-8°.

Annales de mon observatoire, par L.-LUCIEN LIBERT, nos 1 et 2. Le Havre, Paris, 1901-1902; 2 fasc. in-12.

Kurzer Ueberblick über die Thatsachen und Theorien auf dem Gebiete der atmosphärischen Polarisation, von Dr CHR. JENSEN (Hambourg) (*Meteorol. Zeitschrift,* 1901, 12). 1 fasc. in-8°.

Flux et reflux, . . . , par CHARLES DÉESY. Leutschau, 1901; 1 fasc. in-8°.

Internationale Erdmessung : Das schweizerische Dreiecknetz, herausgegeben von der schweizerischen geodätischen Kommission. IX. Bd. *Polhöhen und Azimutmessungen : Das Geoid der Schweiz;* im Auftrage ausgeführt und mit Ausnahme der Kapitel IV und XXIV, bearbeitet von Dr J.-B. MESSERSCHMITT, mit 4 Tafeln. Zurich, 1901; 1 fasc. in-4°.

Annalen der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt, 1899 : *Der schweizerischen meteorologischen Beobachtungen;* LXIII. Jahrgang. Zurich, imp. Zürcher et Furrer, s. d.; 1 vol. in-4°.

Mittheilungen der Erdbeben-Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien; neue Folge, n° 1. *Bericht über die Erdbebenbeobachtungen*

in Lemberg, von Prof. Dr W. Laska, mit 1 Tafel und 8 Textfiguren. Vienne, 1901; 1 fasc. in-8°.

Sitzungsberichte der kaiserlichen Academie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe; CIX. Bd; VIII. bis X. Heft, Jahrgang 1900, October bis December, Abteilung I. Vienne, 1900; 1 fasc. in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles, 107e année, 4e période, t. XIII, n° 1, 15 janvier 1902. Genève, 1902; 1 fasc. in-8°.

Revue des Questions scientifiques, publiée par la Société scientifique de Bruxelles; 3e série, t. I, 2 janvier 1902. Louvain; 1 fasc. in-8°.

La nuova Rassegna tecnica internationale. Direttori : Ing. Giovani Bellincioni, Dott. Giotto Dainelli; anno I, n° 1. Florence-Milan, 1902; 1 fasc. in-8°.

Annali della Regia Scuola superiore di Agricoltura in Portici; serie IIa, vol. IV, fasc. 1. Portici, 1902; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'herbier de l'Institut botanique de Bucarest, par M. Michel-C. Vladesco; n° 1. Septembre-décembre 1901. Bucarest; 1 fasc. in-8°.

Ofversigt af Finska Vetenskaps-societetens. Förhandlingar, t. XLIII, 1900-1901. Helsingfors, 1901; 1 vol. in-8°.

Fenia. 10, 16, 18. *Bulletin de la Société de Géographie de Finlande.* Helsingfors, 1894-1901; 3 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 27 janvier 1902.)

Note de M. *A. Mailhe*, Action de l'hydrate de cuivre sur les solutions aqueuses des sels métalliques :

Page 235, au paragraphe : « *Sels de cadmium* », *au lieu de*

$$(NO^3)^2Cd.CuO,5H^2O,$$

lisez

$$(NO^3)^2Cd.3CuO,5H^2O.$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 FÉVRIER 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Étude des conditions à réaliser dans l'exécution des clichés pour obtenir l'homogénéité et le maximum d'exactitude dans la détermination des coordonnées des images stellaires. Formules pour évaluer l'influence de l'ensemble des causes d'erreur qui altèrent les résultats.* Note de M. **Lœwy**.

« Dans toutes les entreprises scientifiques nouvelles, quelle que soit la valeur du plan conçu d'avance, il arrive presque toujours que leur réalisation conduit à des faits imprévus qui mettent à l'épreuve toute la sagacité des savants qui les accomplissent. Lorsque ces recherches ont surtout pour objet d'atteindre dans les résultats la limite du tangible, on a à lutter contre des causes perturbatrices d'origines très diverses, la variabilité des impressions physiologiques, l'influence du milieu ambiant, les manifestations à peine sensibles des forces physiques multiples les plus délicates. Ce n'est qu'après coup, par les enseignements d'expériences bien dirigées, qu'on parvient à interpréter ces effets, même à en tirer profit et, s'il y a lieu, à remédier aux inconvénients constatés.

» L'application de la Photographie céleste à la détermination précise des positions des astres ne date que d'une époque récente, coïncidant presque avec l'inauguration de cette vaste entreprise internationale dont l'objet est d'obtenir par la Photographie une représentation fidèle du ciel comprenant toutes les étoiles jusqu'à la quatorzième grandeur.

» Les méthodes utilisées, aussi bien pour la construction de la Carte proprement dite que pour celle du Catalogue qui doit contenir les coordonnées précises de deux ou trois millions de repères célestes, n'avaient pas au préalable reçu la sanction d'une pratique prolongée. Il n'est donc

pas étonnant que, dans des études de nature aussi complexe, de légères imperfections se soient révélées dans le mode d'opération.

» D'autre part, la Conférence astrophotographique internationale de 1900 s'est vue appelée par les circonstances à provoquer l'exécution d'un second travail international. Il s'agissait d'aborder la solution d'un des plus grands problèmes de l'Astronomie : la détermination de la distance moyenne du Soleil à la Terre. On était fondé à attendre, dans cette recherche, une exactitude plus grande que dans le passé, grâce à la découverte de la planète Éros, astre qui allait se trouver, à la fin de 1900, à une très faible distance de la Terre. Le rôle de la Photographie a été considérable dans cette nouvelle entreprise effectivement poursuivie avec une ardeur et une discipline remarquables par cinquante observatoires.

» Dans l'intérêt de ces importants travaux de Photographie céleste, il m'a paru dès lors désirable d'examiner de très près l'exactitude avec laquelle on peut tirer d'un cliché les positions relatives des astres à l'aide des mesures effectuées sur leurs images.

» Les recherches expérimentales ne peuvent inspirer une confiance entière que si l'on possède la faculté de pouvoir prédire d'une manière très approchée le degré de précision qu'aura le résultat cherché. De même la détermination de la parallaxe ne sera assise sur des bases indiscutables que si l'on a su fixer, *a priori*, le degré d'approximation des données fondamentales dont elle est tributaire, c'est-à-dire la précision des mesures des images stellaires et des positions des étoiles de repère.

» Chaque cliché consacré à ces deux œuvres internationales est muni d'un réseau quadrillé qui s'y trouve transporté photographiquement. Le réseau type, tracé sur glace argentée, ayant été étudié avec la plus scrupuleuse attention, on connaît d'avance avec exactitude les positions relatives des divers carrés du réseau reproduit dont chacun a environ 5^{mm} de côté. Pour obtenir dès lors les coordonnées des images stellaires par rapport au centre du cliché, il suffit de mesurer, avec tous les soins nécessaires, la distance de chacune d'elles relativement aux quatre côtés du carré qui la renferme. Dans le but d'affranchir ces résultats des altérations provenant de l'allongement ou du rétrécissement de la gélatine après le développement, on exprime les coordonnées de chaque disque stellaire en fraction de l'intervalle de deux côtés parallèles d'un carré.

» Dans un autre ordre d'idées, en déterminant les coordonnées par rapport aux axes de référence, à l'aide de nombreux pointés et en répétant

ces opérations dans deux positions de la plaque différant de 180°, on avait cru que l'on parviendrait à annihiler complètement les erreurs accidentelles aussi bien que les erreurs systématiques de toutes natures. Il était indispensable de savoir avec certitude entre quelles limites ces suppositions correspondaient à la réalité des faits. On est arrivé bientôt à la conviction qu'on était loin de compte à cet égard.

» Dans plusieurs études successives dont l'ensemble sera incessamment publié, j'ai mis en lumière toute une série de faits nouveaux qui prouvent que, lorsqu'on veut atteindre la dernière limite de l'exactitude, il faut modifier, sous plusieurs rapports, le procédé d'opération suivi jusqu'à présent ainsi que la méthode de mesure. En vérité, la multiplication des pointés n'exerce qu'une influence secondaire sur l'exactitude; de même, en répétant ces opérations après avoir fait varier de 180° l'orientation de la plaque, on laisse subsister dans les résultats de très notables erreurs systématiques.

» La voie suivie pour mettre ces faits en évidence est simple, mais elle exige de nombreuses mesures et de fastidieux calculs.

» Une fois le cliché obtenu, on peut à volonté répéter les comparaisons et examiner sous tous les aspects le gain en exactitude dû aux opérations de mesure effectuées dans des conditions variées. La photographie offre en outre un grand avantage ; elle permet de faire apparaître à volonté sur une même plaque des images multiples d'un même astre. On peut donc reproduire sur un cliché une ou plusieurs fois la même constellation stellaire.

» Dans un des clichés exécutés par M. P. Henry et comprenant la planète Éros, se trouvent trois groupes d'images des mêmes astres contenus dans une région du ciel de deux degrés d'étendue; et, de plus, chaque étoile, dans chacun des trois groupes, est représentée par trois images voisines.

» Le petit déplacement imprimé à l'instrument pour passer d'une pose à l'autre est représenté sur le cliché par l'intervalle qui sépare les deux images d'un même astre.

» Cette condition d'égalité entre les distances de tous les couples d'images, quels que soient leur degré de visibilité et leur position sur la plaque, constitue un véritable critérium pour l'appréciation de l'exactitude des coordonnées des astres, déduites des mesures de leurs images photographiées. Dans l'examen effectué, les neuf images relatives à une même étoile se sont trouvées séparées par des distances très différentes, s'étendant graduellement dans l'espace entier d'un carré du réseau.

» Qu'il me soit permis maintenant de résumer les conclusions auxquelles m'ont conduit ces recherches successives :

» 1° Les coordonnées rectilignes des images photographiques stellaires sont entachées de deux catégories distinctes d'inexactitudes : la première est due à la sensibilité inégale de la couche de gélatine et aux déformations irrégulières qu'elle subit pendant le développement ; la seconde a son origine dans les opérations de mesure. Ces deux causes d'altérations exercent à peu près la même influence ; la première est prédominante pour les images des deux ordres de grandeurs stellaires qui précèdent la limite de visibilité et devient au contraire moins à redouter que la seconde lorsqu'il s'agit d'astres plus brillants.

» 2° Les coordonnées rectilignes, quel que soit le degré de visibilité des disques stellaires, peuvent être déterminées, avec le même degré de précision, par un même nombre de mesures.

» 3° Les images, obtenues dans les conditions de perfection exigées par la photographie de haute précision, peuvent être mesurées avec une exactitude uniforme dans toute l'étendue des plaques destinées au Catalogue photographique du Ciel, malgré l'allongement progressif des disques en allant du centre vers les bords.

» 4° Dans tout cliché, quelles que soient sa provenance et la diversité des poses, les images relatives aux deux dernières grandeurs des étoiles photographiées ne correspondent qu'imparfaitement à l'éclat et à la position des objets célestes.

» 5° La loi qui exprime la relation entre le diamètre des images et l'éclat des étoiles ne peut plus être appliquée aux astres des deux dernières grandeurs visibles sur la plaque. La décroissance du diamètre est alors plus rapide que celle qui se manifeste pour ces mêmes étoiles sur une plaque qui en aurait enregistré de plus faibles par suite d'une pose plus prolongée.

» 6° L'erreur d'une coordonnée astronomique relative aux images les plus faibles est beaucoup plus notable que celle qui résulte uniquement des opérations de mesure. Cet accroissement provient d'une cause d'incertitude particulière tenant à la sensibilité imparfaite de la gélatine en présence des faisceaux lumineux les plus faibles.

» 7° L'erreur probable, due à cette nouvelle cause d'altération, pour les étoiles comprises dans les deux dernières grandeurs environ, est proportionnelle à la différence de grandeurs comptée à partir de la limite où les images ne possèdent plus une forme normale, c'est-à-dire à $g - g_c$, en

désignant par g la grandeur des étoiles considérées et par $g_c = g_l - 2$ la grandeur où l'altération des images commence, g_l étant la grandeur où les images se trouvent à la limite de visibilité.

» 8° Les traînées produites par un astre mobile ne font naître aucune cause d'incertitude spéciale dans la détermination de leurs coordonnées. L'erreur probable et sa loi d'augmentation pour les images les plus faibles sont les mêmes que pour les disques stellaires.

» 9° Lorsqu'il s'agit de déterminer avec une haute précision les coordonnées d'astres faibles, de grandeur g, par exemple, il faut, pour obtenir des images à contour normal, donner aux poses la durée exigée pour rendre visibles sur la plaque les images d'étoiles de grandeur $g+1$ au moins; et, si l'on veut aller plus loin jusqu'aux limites du possible, les poses devront correspondre au temps nécessaire à la reproduction sur les clichés des étoiles de grandeur $g+2$.

» 10° Lorsque les images d'une multiple pose se trouvent alignées dans le sens d'une coordonnée, l'autre coordonnée se trouve affectée d'erreurs beaucoup plus notables que celles entachant la première. L'exactitude des mesures de la seconde coordonnée n'augmente pas en utilisant plusieurs images. On peut dire que, au point de vue de la précision, le poids de la première coordonnée est à peu près double de celui de la seconde.

» 11° Pour rendre homogène la précision des mesures des deux coordonnées rectilignes, il est nécessaire de placer les disques stellaires d'une multiple pose suivant un alignement formant un angle de 45° avec les axes de référence.

» 12° Afin de ne pas être gêné ou influencé par une trop grande proximité des images, il convient à l'avenir de séparer les disques stellaires par un intervalle un peu plus grand que celui adopté actuellement.

» 13° Afin d'assurer le maximum de précision aux mesures photographiques, il convient de faire des poses multiples, séparées les unes des autres par des distances notables équivalentes à peu près à l'intervalle de deux côtés parallèles du réseau.

» Pour apprécier numériquement la précision réelle des coordonnées rectilignes tirées des clichés, on a établi une formule générale permettant de calculer *a priori* leur erreur probable en fonction des diverses sources d'inexactitude qui interviennent, et dont on a pour chacune mis en évidence l'effet particulier. Les Tables numériques basées sur cette formule permettent de s'éclairer d'avance sur le mode d'observation et de mesure

à choisir dans chaque cas donné, afin de réaliser, dans les meilleures conditions, le degré d'approximation désiré.

» Soient :

ε_a^{tr}, ε_s^{tr} les erreurs probables respectives : accidentelle et systématique d'un pointé sur un des côtés du réseau;

ε_a, ε_s^i les erreurs probables respectives : accidentelle et systématique d'un seul pointé sur une seule des images d'un même astre;

n le nombre de pointés effectués sur chaque objet, trait ou image, dans une seule orientation du cliché;

n' le nombre des orientations de la plaque;

g la grandeur d'une classe d'étoiles considérées;

g_l la grandeur des étoiles dont les images sont à la limite de visibilité;

$g_c = g_l - 2$ la grandeur où commence l'altération anormale des disques stellaires;

N le nombre des images voisines relatives à une seule multiple pose;

N_1 le nombre des multiples poses séparées les unes des autres par des intervalles notables;

ε_p^m, ε_p^g, ε_p^d, ε_p^{ph} les erreurs provenant respectivement : 1° uniquement des opérations de mesure; 2° de la reproduction incomplète des images faibles; 3° de la déformation irrégulière de la couche sensible; 4° de la constitution de la gélatine et du développement;

ε_p l'erreur probable totale d'une coordonnée.

» Alors on aura

$$\varepsilon_p^m = \pm\sqrt{\frac{1}{n'N_1}\left(\frac{2(\varepsilon_a^{tr})^2}{3n} + \frac{2(\varepsilon_s^{tr})^2}{3} + \frac{(\varepsilon_a^i)^2}{nN} + \frac{(2\varepsilon_s)^2}{(1+\sqrt{N})^2}\right)},$$

$$\varepsilon_p^{ph} = \pm\sqrt{(\varepsilon_p^g)^2 + (\varepsilon_p^d)^2} = \sqrt{\frac{1}{N_1}\left\{\frac{[a+f(g-g_c)]^2}{N} + (\varepsilon_p^d)^2\right\}},$$

$$\varepsilon_p = \pm\sqrt{\frac{1}{n'N_1}\left(\frac{2(\varepsilon_a^{tr})^2}{3n} + \frac{2(\varepsilon_s^{tr})^2}{3} + \frac{(\varepsilon_a^i)^2}{nN} + \frac{(2\varepsilon_s^i)^2}{(1+\sqrt{N})^2}\right) + \frac{1}{N_1}\left\{\frac{[a+f(g-g_c]^2}{N} + (\varepsilon_p^d)^2\right\}}.$$

» Dans les clichés employés, la valeur des constantes est, en moyenne,

$$\varepsilon_a^{tr} = \pm\frac{0'',057}{\sqrt{2}}, \qquad \varepsilon_s^{tr} = \frac{\pm 0'',054}{\sqrt{2}}, \qquad \varepsilon_a^i = \pm 0'',080, \qquad \varepsilon_s^i = \pm 0'',080,$$

$$a = 0'',050, \qquad f = 0'',053, \qquad \varepsilon_p^d = \pm 0'',06.$$

» En s'inspirant des règles exposées, on peut à l'avenir accroître

encore la haute exactitude que comporte la méthode photographique.

» Il me reste une dernière remarque à présenter au sujet des travaux accomplis pour la détermination de la parallaxe.

» Dans les observatoires qui ont collaboré à l'observation d'Éros par la méthode photographique, un nombre notable de clichés a été obtenu dans chaque soirée de beau temps. Cet ensemble a conduit à satisfaire aux conditions de précision énumérées dans cette étude, conditions qui n'ont pas été entièrement réalisées dans un cliché pris isolément.

» Grâce aux efforts si nombreux dont nous connaissons aujourd'hui l'étendue et la valeur, on parviendra à obtenir d'une manière indubitable une solution nouvelle et satisfaisante d'un des plus grands problèmes de la Science astronomique. »

ASTRONOMIE. — *Appareil pour mesurer les différences de longitude à l'aide de la photographie.* Note de M. G. Lippmann.

« L'appareil que j'ai eu l'honneur de soumettre récemment [1] à l'Académie pour la mesure photographique des petites distances zénithales paraît pouvoir servir également à la mesure précise des différences de longitude, ainsi que je vais essayer de le montrer.

» Une partie essentielle de l'appareil était un miroir transparent incliné au-dessus du bain de mercure. M. L. Fabry a bien voulu me signaler un article du *Bulletin astronomique* où lui-même, dès 1895, proposait l'emploi de cet artifice optique et qui m'avait échappé; la priorité de son invention appartient donc à M. L. Fabry. Il reste seulement que le dispositif imaginé par cet astronome est destiné aux mesures visuelles, tandis que celui que j'ai décrit est approprié à la Photographie. Si la Photographie présente simplement certains avantages pour la mesure des distances zénithales, son emploi devient indispensable dans le cas actuel, c'est-à-dire pour la mesure des différences de longitude. Car il va être nécessaire de fixer instantanément la position du zénith dans le ciel.

» La différence de longitude entre deux stations A et B n'est autre chose que les distances en ascension droite entre leurs deux zéniths. Supposons l'appareil précédemment décrit installé en A. Une lunette photographique LL, montée équatorialement et pareille à celle de la Carte du ciel,

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 27 janvier 1902.

fait un cliché des étoiles et reçoit leurs images posées. En même temps, le collimateur fixe CC fournit une étoile artificielle dont l'image Z' occupe, comme on l'a vu, la place du zénith. Intercalons, entre le trou du collimateur et la source lumineuse S qui l'éclaire, un obturateur instantané, déclenché par la rupture d'un courant électrique. On obtient ainsi sur la plaque l'image Z' de la position du zénith au temps t, qui est arbitrairement choisi et qu'il est inutile de connaître. A la station B, même dispositif : les obturateurs des deux stations fonctionnent au même moment physique, par la rupture du même courant électrique.

» Comme résultat de l'opération, on obtient un cliché de la Carte du ciel que l'on mesure et que l'on réduit suivant les méthodes en usage. On traite z' comme une étoile réelle dont on voudrait déterminer les coordonnées. On opère de même sur le cliché obtenu en B, et sur l'étoile Z'' dont il porte l'image. Il ne reste plus qu'à calculer la différence des ascensions droites de Z' et Z'', pour avoir la différence de longitude entre les deux stations.

» Je me suis assuré par l'expérience qu'il n'y a aucune difficulté à faire des instantanés de l'étoile artificielle, même quand l'argenture du miroir semble presque opaque; il suffit d'employer une source lumineuse suffisamment intense.

» La méthode précédente est indépendante de l'équation personnelle et des défauts du réglage : car la Photographie n'introduit pas l'erreur personnelle et, d'autre part, l'appareil ne demande qu'un réglage par autocollimation; encore peut-on se passer de ce réglage, comme je l'ai montré dans ma précédente Note, en laissant l'image z' se dédoubler et en bissectant l'intervalle des deux images. On évite ainsi les causes d'erreur qui se présentent dans la méthode en usage, et le résultat final ne dépend que des erreurs du Catalogue.

» Dans la méthode en usage les choses se passent différemment : on est indépendant des erreurs du Catalogue, ce qui est un avantage précieux; par contre, des erreurs de même nature que celles du Catalogue, provenant de l'équation personnelle et du réglage imparfait, peuvent s'introduire au cours même des mesures. De plus, ces mesures ne durent qu'un temps limité, tandis que la confection du Catalogue se fait à poste fixe et à l'aide d'observations indéfiniment répétées; il en résulte peut-être, en général, une plus grande précision des résultats. Il peut donc y avoir avantage à employer une méthode qui ne dépende que des erreurs du Catalogue.

» L'emploi des miroirs plans en Astronomie présente une difficulté particulière : les différences de température les déforment; la face supérieure refroidie par le rayonnement continu doit devenir souvent concave. Pour faire disparaître la différence de température des deux faces on peut utiliser le phénomène appelé par les physiciens *réflexion apparente du froid*. Le toit de la cabane où l'on opère est percé d'une ouverture limitée qui démasque la portion zénithale du ciel, au-dessus de la face supérieure du miroir M. Un miroir auxiliaire M' très grossier, tel qu'un miroir de toilette, est placé latéralement de manière à réfléchir obliquement l'image du ciel sur la face inférieure de M. Cette face se refroidit dès lors par rayonnement. Il y a même surcompensation, si la face inférieure est nue; car le verre nu rayonne plus que le verre argenté. La surcompensation obtenue, il ne reste plus qu'à rétrécir M' par des bandes de papier noir, jusqu'à revenir à la compensation exacte pour laquelle le miroir M redevient plan. Il restera indéfiniment plan, car, la même source de froid agissant à chaque instant sur les deux faces, la compensation reste exacte. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'hydrure de potassium sur l'iodure d'éthyle et le chlorure de méthyle. Nouvelles préparations de l'éthane et du méthane*. Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons démontré que l'hydrure de potassium s'unissait directement, à la température ordinaire, avec l'acide carbonique pour produire du formiate de potassium ([1]).

» Les hydrures alcalins peuvent aussi être employés comme hydrogénants dans les réactions de la Chimie minérale et de la Chimie organique. Ils peuvent agir de différentes façons; nous donnerons aujourd'hui comme premier exemple l'action de l'hydrure de potassium sur l'iodure d'éthyle et sur le chlorure de méthyle.

» Nous avons préparé dans un tube de verre 1^g environ d'hydrure de potassium, en chauffant vers 360° du potassium dans un courant d'hydrogène. Lorsque la réaction est terminée, on laisse refroidir le tube, on enlève les nacelles de fer qui renfermaient le métal alcalin, puis, sans arrêter le courant d'hydrogène, on fait glisser en dessous de l'hydrure

([1]) *Sur une nouvelle synthèse de l'acide formique* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 261.

alcalin une petite ampoule fermée contenant de l'iodure d'éthyle pur et sec. Le tube est ensuite scellé à l'une de ses extrémités et l'on fait le vide dans le tube au moyen d'une trompe à mercure. On ferme enfin la partie supérieure par un trait de chalumeau.

» Il suffit ensuite d'agiter légèrement le tube scellé pour casser la pointe de l'ampoule, et bientôt l'hydrure de potassium s'imbibe d'iodure d'éthyle. Aucune réaction ne se produit à froid. On porte le tube scellé dans un bain d'huile et on le maintient 6 heures à une température de 180° à 200°.

» La partie inférieure du tube refroidi est ensuite plongée dans de l'air liquide. Le carbure d'hydrogène gazeux qui s'est produit et l'iodure d'éthyle prennent rapidement l'état solide. On engage la pointe du tube dans un tube épais de caoutchouc mis en communication avec une trompe, on fait le vide, on casse la pointe et l'on recueille sur le mercure 10^{cm^3} à 15^{cm^3} d'hydrogène qui n'est pas liquéfiable à la température d'ébullition de l'air liquide (1) et qui provient d'un commencement de dissociation de l'hydrure. Lorsque le vide est fait dans le tube scellé, on le laisse revenir lentement à une température de −80° et l'on recueille à la trompe le gaz qui se dégage. Dans nos expériences, nous obtenions de 150^{cm^3} à 200^{cm^3} de gaz par tube scellé. En résumé, nous avons appliqué à une réaction de chimie organique la méthode de fractionnement (2) que nous avons décrite en novembre 1901.

» Le gaz est transporté sur la cuve à mercure et il est traité par plusieurs centimètres cubes d'alcool bouilli pour entraîner la petite quantité de vapeurs d'iodure d'éthyle émise à la température de −80°. Le gaz décanté est purifié des vapeurs d'alcool par de l'eau bouillie, enfin séché pendant 24 heures au contact de fragments de chlorure de calcium fondu.

» Après la réaction, l'iodure d'éthyle restant, si l'on a employé ce composé en excès, est complètement incolore; il n'y a pas eu d'iode mis en liberté. Il n'y a pas non plus de mise en liberté de carbone ou de produits de pyrogénation, car l'hydrure en excès et l'iodure de potassium formé restent blancs.

» Le gaz que l'on obtient ainsi est de l'éthane pur. La réaction peut être représentée par l'égalité suivante :

$$C^2H^5I + KH = C^2H^6 + KI.$$

(1) Ce procédé permet de séparer avec facilité l'hydrogène qui peut se produire dans les réactions de Chimie organique.

(2) *Sur une nouvelle méthode de manipulation des gaz liquéfiés en tubes scellés* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 768).

» Pour démontrer que nous obtenions bien de l'éthane dans cette expérience, nous avons fait les réactions suivantes : ce gaz, qui possède une odeur éthérée, brûle dans un tube de petit diamètre avec une flamme bleue et dans une éprouvette plus large avec une flamme blanche peu éclairante. Il est insoluble dans l'eau, il n'est pas absorbé par le brome ou par l'acide sulfurique fumant.

» Sa densité déterminée au moyen de l'appareil de MM. H. Moissan et H. Gautier a été trouvée égale à 1,041. La densité théorique serait 1,038, et la densité de l'éthane déterminée par Kolb était de 1,075.

» Enfin, brûlé dans l'eudiomètre, il nous a donné exactement la composition de l'éthane. Nous indiquerons les analyses suivantes :

	1.	2.	3.	4.	5.
	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³
Gaz primitif......	2,2	1,35	2,3	1,95	1,65
Oxygène combiné.	8,1	4,65	8,25	6,90	6,00
CO^2 formé.......	4,4	2,60	4,60	3,85	3,3
Contraction......	5,7	3,7	5,95	5,00	4,35

» Théoriquement, l'éthane brûlé par un excès d'oxygène doit donner le double de son volume d'acide carbonique et produire une contraction de 55,55 pour 100, ce qui s'est trouvé réalisé dans toutes nos analyses.

» Cette nouvelle méthode de préparation fournit donc du gaz éthane très pur; elle nous permettra de déterminer les points de liquéfaction et de solidification de ce composé.

» *Action de l'hydrure de potassium sur le chlorure de méthyle.* — En prenant les mêmes précautions, nous avons pu faire réagir l'hydrure de potassium sur le chlorure de méthyle et préparer du gaz méthane

$$CH^3Cl + KH = CH^4 + KCl.$$

» La réaction est identique à la précédente; seulement il faut chauffer un peu plus longtemps et diminuer le poids d'hydrure de potassium mis en réaction, parce que le méthane se comprime plus difficilement que l'éthane.

» Le tube scellé, après avoir été chauffé 8 heures à 180°, était refroidi dans l'air liquide, et le fractionnement était poursuivi comme précédemment. En faisant le vide dans le tube on enlevait une petite quantité d'hydrogène, puis on recueillait le méthane, qui était ensuite débarrassé des vapeurs de chlorure de méthyle par l'alcool bouilli, puis des vapeurs d'alcool par l'eau bouillie.

» Le gaz séché sur du chlorure de calcium fondu n'était pas absorbé par le brome, par l'acide sulfurique fumant, ni décomposé par une solution concentrée de permanganate. Additionné du double de son volume de chlore et mis au contact d'une flamme, il produisait de l'acide chlorhydrique et un dépôt de noir de fumée. Enfin il donnait par combustion avec l'oxygène, dans l'eudiomètre, son volume d'acide carbonique et une contraction très voisine de deux tiers :

	1.	2.
Gaz primitif	2,25	1,8
Oxygène combiné	4,70	3,7
CO^2 formé	2,25	1,75
Contraction	4,70	3,75

» Les propriétés et l'analyse de ce gaz démontrent qu'il est formé de méthane pur.

» En résumé, l'hydrure de potassium réagit sur l'iodure d'éthyle et le chlorure de méthyle en fixant de l'hydrogène sur ces composés et en enlevant l'iode ou le chlore sous forme de composé binaire, iodure ou chlorure alcalin. Cette réaction se fait en tube scellé entre 180° et 200° avec la plus grande régularité, sans dépôt de charbon et sans mise en liberté d'iode ou de chlore. »

AGRONOMIE. — *Étude sur les vignobles à hauts rendements du midi de la France.* Note de M. A. **Müntz**.

« Depuis quelques années la vigne a été amenée à produire des récoltes extrêmement abondantes, inconnues autrefois. Les efforts faits pour arriver à ce résultat étaient justifiés par les besoins de la consommation, à laquelle la production indigène ne suffisait pas; ils étaient encouragés par les prix de vente des vins, qui se maintenaient élevés.

» Les viticulteurs qui ont les premiers établi des vignobles à hauts rendements ont vu une période de grande prospérité, et il n'est point étonnant que leur exemple ait été suivi.

» Mais la généralisation des procédés culturaux par lesquels on obtient ce résultat a abouti à une production telle qu'elle a dépassé les besoins de la consommation et que le marché des vins s'est trouvé surchargé. Voilà la principale cause de la crise que traverse en ce moment la viticulture, et qui a des conséquences si funestes pour les régions méridionales, où la vigne est la principale, et souvent la seule source de revenus.

» Des conditions météorologiques favorables à de fortes récoltes sont venues deux années de suite ajouter leur action à celle des pratiques culturales.

» Mais c'est à ces dernières qu'il faut surtout attribuer la surabondance du vin; principalement à la plantation de la vigne dans des terres de plaines fertiles, à la pratique des arrosages, à l'emploi des fumures intensives, à un mode de taille avantageux. Lorsque toutes ces conditions sont réunies, on peut arriver à des récoltes décuples de celles qu'on connaissait autrefois, atteignant 300^{hl}, 350^{hl} à l'hectare, et même au delà, alors qu'avant l'invasion phylloxérique des récoltes de 30^{hl} à 50^{hl} étaient regardées comme satisfaisantes. Il n'y a pas lieu de s'étonner que de telles augmentations de rendements, venant s'ajouter à l'accroissement incessant des surfaces plantées, aient abouti à la surproduction qu'on constate aujourd'hui.

» Je me suis attaché, depuis quelques années, à étudier les conditions économiques de la production du vin dans les vignobles à hauts rendements, en considérant les moyens mis en œuvre, les exigences de la végétation et de l'élaboration des matériaux utiles, la quantité des vins obtenus.

» Le facteur essentiel de l'augmentation des récoltes est l'application des tailles dites *généreuses*, dont le mode varie, mais qui toutes laissent sur la souche un grand nombre de bourgeons, jusqu'à trois et quatre fois plus que les tailles modérées. Le nombre des raisins s'accroît sensiblement dans la même proportion et atteint le plus souvent un chiffre tel (60 à 80 par pied) qu'on est obligé d'en enlever, après la floraison, la moitié ou les deux tiers, sous peine de n'obtenir qu'une maturation tout à fait incomplète.

» Le système foliacé prend, de son côté, un développement plus grand.

» Pour comparer entre eux les vignobles à rendement modéré et ceux à haute production, j'ai donc fait varier le mode de taille, les autres conditions restant les mêmes et étant d'ailleurs suffisantes pour l'obtention de bonnes récoltes.

» Je me suis d'abord attaché à rechercher dans quelle mesure un vignoble peut être poussé à une production élevée et quelle influence cette pratique exerce sur la qualité des vins.

» Je choisirai quelques exemples dans les nombreuses expériences que j'ai faites, principalement dans les vignobles du Roussillon.

» I. Une vigne greffée en Alicante-Bouchez, située dans une vallée, en terrain fertile et frais, était depuis huit ans taillée en gobelet, avec trois ou quatre coursons à

deux yeux chacun, soit en tout six à huit bourgeons par pied, et donnait une bonne production moyenne. Depuis 1898, une partie du vignoble est taillée à longs bois, les sarments étant soutenus par des fils de fer, suivant la taille dite *de Quarante,* avec deux bras sur chacun desquels on laisse douze ou treize yeux, soit vingt-quatre ou vingt-six bourgeons par pied.

» Aux vendanges de 1901 on a obtenu les résultats suivants dans les deux parties du vignoble, où le mode de taille seul différait :

Par hectare.	Taille modérée.	Taille longue.
Poids du raisin........ ..	11980^{kg}	38760^{kg}
Vin obtenu..............	$93^{hl},5$	$317^{hl},5$

» Le rendement donné par la taille modérée était déjà très satisfaisant, puisqu'il était peu inférieur à 100^{hl} par hectare; avec la taille longue on a fait plus que le tripler. On eût pu exagérer cette production si l'on n'avait pas, aussitôt après la floraison, enlevé une partie des raisins développés sur la vigne à taille longue. Au moment de la récolte, cette dernière portait encore cinquante raisins; celle qui servait de terme de comparaison n'en portait que quinze.

» Si le résultat financier était proportionnel à la quantité de récolte, ou même d'alcool produit par hectare, il y aurait grand intérêt à adopter cette méthode. Pour le blé aussi, la culture intensive arrive à accroître considérablement les rendements, et au grand avantage de ceux qui la pratiquent, car le grain de blé n'est pas déprécié, ni altéré sensiblement dans sa composition, par l'augmentation de la récolte : le revenu brut est proportionnel au rendement.

» Mais pour le vin il n'en est pas ainsi; des questions de qualité, de concentration, interviennent, qui modifient singulièrement la valeur marchande du produit récolté. A ce point de vue, la vigne ne peut donc pas se comparer au blé; elle se comparerait plus aisément à la betterave sucrière, dont la valeur marchande augmente considérablement avec le degré de concentration, c'est-à-dire avec la richesse saccharine.

» Pour la betterave aussi, on peut arriver à doubler et à tripler la récolte; mais du même coup on diminue sa qualité. C'est ce qui se produit pour le vin, et de la manière la plus frappante, comme le montre la composition des vins obtenus dans l'expérience dont il est question plus haut :

	Taille modérée.	Taille longue.
Alcool pour 100, en volume..........	11,5	8,1
Acide exprimé en ac. sulf., par litre...	4,0	4,8
Bitartrate de potasse, par litre......	3,7	4,1
Extrait sec, sucre déduit, par litre....	22,5	18,7
Coloration....................	intense	faible
Goût..............................	corsé et moelleux	léger et acidulé

» Il y a donc une grande différence dans la qualité des vins produits et, par suite, dans leur valeur marchande. Si cette culture intensive a été capable de donner une récolte beaucoup plus abondante, elle a, par contre, profondément altéré la nature du vin.

» Voici encore quelques exemples qui conduisent aux mêmes conclusions.

» II. Aramon planté dans une plaine, en terrain fertile et frais :

	Taille modérée.	Taille longue.
Nombre de bourgeons, par pied	8	22
Nombre de raisins, par pied	15	23 (¹)
Poids du raisin, par hectare	14520^{kg}	43280^{kg}
Vin obtenu, par hectare.............	116^{hl},2	354^{hl},9

» Le vin avait la composition suivante :

	Taille modérée.	Taille longue.
Alcool pour 100, en volume..........	11,3	9,2
Acide exprimé en ac. sulf., par litre...	4,2	4,7
Bitartrate de potasse, par litre........	3,6	4,1
Extrait sec, sucre déduit, par litre....	21,7	18,2
Coloration.........................	assez intense	très faible
Goût............................	nerveux	léger et acide

» III. Carignan planté dans une plaine, en terrain fertile et assez frais :

	Taille modérée.	Taille longue.
Nombre de bourgeons, par pied......	6	24
Nombre de raisins, par pied..........	14	25 (²)
Poids du raisin, par hectare..........	11440^{kg}	34560^{kg}
Vin obtenu, par hectare	89^{hl},2	283^{hl},4

» Le vin avait la composition suivante :

	Taille modérée.	Taille longue.
Alcool pour 100, en volume..........	10,5	9,4
Acide exprimé en ac. sulf., par litre...	4,1	4,6
Bitartrate de potasse, par litre........	3,4	3,9
Extrait sec, sucre déduit, par litre....	20,7	18,3
Coloration.........................	forte	faible
Goût............................	assez nerveux	léger et acide

» Des essais faits en 1899 m'avaient déjà donné les mêmes résultats; voici quelques-uns des chiffres obtenus.

» IV. Carignan en plaine :

	Taille modérée.	Taille longue.
Vin produit par hectare.............	93^{hl},5	217^{hl},5

» Le vin avait la composition suivante :

Alcool pour 100, en volume..........	11,8	9,6

(¹) On avait enlevé, aussitôt après la floraison, plus de la moitié des raisins.

(²) On avait enlevé, aussitôt après la floraison, plus des deux tiers des raisins.

	Taille modérée.	Taille longue.
Acide exprimé en ac. sulf., par litre...	3,9	4,8
Bitartrate de potasse, par litre.......	3,2	3,8
Extrait sec, sucre déduit, par litre....	23,5	18,8

» V. Grenache, en terrain ondulé :

Vin produit par hectare.............	$67^{hl},2$	$139^{hl},4$

» Le vin avait la composition suivante :

Alcool pour 100, en volume..........	12,8	10,3
Acide exprimé en ac. sulf., par litre...	4,0	4,7
Bitartrate de potasse, par litre.......	3,6	4,1
Extrait sec, sucre déduit, par litre....	22,9	20,2

» On voit, d'après tous ces résultats, qu'il est facile d'amener une vigne, donnant déjà une bonne récolte normale, à produire une récolte beaucoup plus élevée, en opérant une taille qui laisse un plus grand nombre de bourgeons, ce qui provoque un développement végétal très grand, — étant donné d'ailleurs que la terre est suffisamment fertile. Mais, quand cette production est très intense, elle diminue la qualité du vin — principalement son degré alcoolique — et par suite sa valeur marchande.

» Les exemples que je viens de donner se rapportent à une région où le degré alcoolique est généralement élevé. Mais dans quelques-uns des départements méridionaux, où la culture de la vigne tient le principal rang, les vins sont naturellement moins riches, et quand on exagère alors la production, on obtient des vins si légers qu'ils n'ont plus que 7 pour 100 d'alcool et quelquefois moins encore.

» Tous les vignerons du Midi ont la notion de ces faits; en présence de l'exagération dans laquelle tombent beaucoup d'entre eux, il m'a semblé utile de les fixer par des observations précises.

» Aussi longtemps que les vins se sont vendus facilement, il y avait, malgré cette diminution de qualité, un grand avantage pour le viticulteur à forcer la production, comme le montrent les chiffres suivants, se rapportant aux cours qui se pratiquaient après les vendanges de 1899 :

	Vin produit par hectare.	Richesse alcoolique.	Valeur du degré d'alcool.	Valeur de l'hectolitre de vin.	Produit brut par hectare.
	hl		fr	fr	fr
Taille modérée...	93,5	11,8	2,00	23,60	2206,60
Taille longue.....	217,5	9,6	1,70	16,30	3545,25

» Il y avait donc une différence de plus de 1300^{fr} en faveur des vignes

à taille longue; en tenant compte du surcroît de dépense qu'occasionnent celles-ci, soit environ 200^{fr} par hectare, c'est encore au moins 1100^{fr} de plus qu'avec la vigne à taille modérée. Il n'était donc pas étonnant de voir les viticulteurs du Midi portés à adopter un système de culture si avantageux et si facile à appliquer dans les terres de plaines, qui sont ordinairement fraîches et fertiles.

» Mais les conditions du marché ne sont plus actuellement les mêmes; elles ont été entièrement modifiées par l'abondance des récoltes des années 1900 et 1901. Les vins de qualité ayant un degré élevé, comme on les obtient dans les vignobles à rendements modérés, trouvent encore des acheteurs; mais les vins légers des vignes à haute production sont d'un écoulement difficile. On n'a donc plus le même intérêt qu'autrefois à pousser à de fortes récoltes, comme le montre l'exemple suivant, emprunté à la période qui a suivi la récolte de 1901 :

	Vin produit par hectare.	Richesse alcoolique.	Valeur du degré d'alcool.	Valeur de l'hectolitre de vin.	Produit brut par hectare.
	hl		fr	fr	fr
Taille modérée...	116,2	11,3	0,90	10,17	1181,75
Taille longue.....	354,9	9,2	0,35	3,22	1064,70

» En tenant compte du surcroît des frais dans le vignoble à haut rendement, il y a donc pour celui-ci une infériorité de plus de 300^{fr} par hectare.

» Mais ce qui est surtout préjudiciable, c'est que ces vins d'un si bas prix font une concurrence très grande aux vins de bonne qualité et en déprécient les cours.

» Il y aurait donc, dans la période que nous traversons, plus d'avantage à modérer la production pour obtenir des vins supérieurs, qu'à l'exagérer par des pratiques qui aboutissent à des rendements énormes de vins de faible qualité. Si les viticulteurs du Midi voulaient résolument entrer dans cette voie, ils y trouveraient la solution rationnelle de la crise actuelle. Mais il y a peu d'espoir qu'après avoir fait des sacrifices pour amener la vigne à une haute production, ils consentent à la faire revenir à des récoltes plus faibles; il y a peu d'espoir aussi que les plaines fertiles, et particulièrement celles que l'on peut arroser, et qui donnent de si grandes quantités de vins légers, retournent de sitôt à leur vraie destination, qui est la culture fourragère. Le trouble jeté dans la viticulture par la surabondance des vins de faible degré n'est donc pas près de cesser. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur le dosage des sucres dans le sang.* Note de MM. R. Lépine et Boulud.

« Nous dosons les matières sucrées du sang au moyen de la réduction des sels de cuivre et du polarimètre :

» 1° Dans l'extrait de sang, tel que nous l'obtenons par le procédé que nous avons indiqué (*Comptes rendus*, 15 juillet 1901, p. 138), et que nous désignons par A ;

» 2° Dans le même extrait, chauffé pendant trois minutes à 100° C., en présence de HCl (pour détruire la conjugaison de l'acide glycuronique), et que nous appelons B ;

» 3° Dans le même extrait, après fermentation totale du sucre fermentescible, au moyen de la levure de bière, et que nous nommons C ;

» 4° Dans le même extrait, éventuellement, après l'emploi de l'invertine, ainsi que l'a indiqué récemment M. Bourquelot ; nous le désignons par D.

» La nécessité de cette série de dosages résulte du fait que, si l'on n'opère qu'avec l'extrait A, alors même qu'on a recours à la réduction et au polarimètre, on n'arrive pas, le plus souvent, à obtenir le chiffre exact des sucres contenus dans le sang.

» En voici un exemple :

Sang de la veine jugulaire d'un chien sain :

Réduction (¹) dans	A	g 0,54
»	B	0,80
»	C	0,25

» Il est de plus à noter que, dans A, la déviation à droite était faible et qu'elle a augmenté dans B.

» En conséquence, il faut admettre : 1° que la totalité des matières sucrées équivalait à 0g,80 de glucose, bien que l'extrait A ne révélât que 0g,54 ; 2° qu'il existait dans ce sang une certaine proportion d'acide glycuronique dont le pouvoir réducteur équivalait à 0g,25 de glucose.

» Voici encore un cas où, en raison de l'existence d'une certaine pro-

(¹) Tous nos chiffres de réduction sont rapportés au glucose.

portion d'acide glycuronique, la réduction dans A ne donnait pas le chiffre exact des matières sucrées :

Sang artériel d'un chien assommé :

Réduction dans	A	0g,68
»	B	0,75
»	C	0,00

» Dans ce cas, le polarimètre donnait dans A un chiffre de glucose très inférieur à celui qu'indiquait la réduction. Ce chiffre était plus élevé dans B; et, dans C, il existait une déviation *à gauche*. Cela montre que l'acide glycuronique conjugué peut ne pas posséder un pouvoir réducteur et qu'il peut, dans ce cas, pour ce motif, échapper au dosage par réduction.

» Ce fait apparaît aussi dans le même sang ayant séjourné 1 heure à la température de 38°.

A.	Polarimètre	0°,0	Réduction	traces.
B.	»	+ 0,1	»	0g,24
C.	»	— 0,3	»	traces.

» Ainsi, après 1 heure à 38°, il est resté, dans le sang, surtout de l'acide glycuronique conjugué, ne réduisant qu'après le chauffage en présence de HCl.

» Voici maintenant un cas où, pour une autre cause, les dosages dans A ne donnent pas le chiffre total des sucres :

Sang artériel d'un chien ayant subi l'ablation du pancréas :

A.	Polarimètre	+ 1°,8	Réduction	2g,1
D.	»	— 0,7	»	3,0
C.	»	0,0	»	0,0

» Ainsi, dans ce cas, il existait une certaine proportion d'un sucre fermentescible, déviant à droite, ne réduisant pas avant l'action de l'invertine et, après celle-ci, déviant à gauche, c'est-à-dire identique ou analogue au saccharose (voir notre Note du 15 juillet 1901, p. 139).

» Voici un autre cas de saccharosémie :

Sang artériel d'un chien privé de pancréas depuis 30 heures :

Dans A : Polarimètre	+ 2	Réduction	2,4
Dans D : Polarimètre	+ 0,2	Réduction	2,6

» L'abaissement de la valeur polarimétrique montre qu'il y a eu inversion d'un sucre ne possédant pas de pouvoir réducteur.

» Les difficultés de dosage que nous venons de signaler expliquent, en

grande partie, comment plusieurs auteurs n'ont pas exactement apprécié la perte du sucre dans le sang laissé 1 heure à 38°. Voici des exemples montrant combien l'erreur est aisée :

» Ainsi, le sang veineux de la jugulaire, dont nous avons déjà parlé, donnait, après 1 heure à 38°, les chiffres suivants :

Réduction dans A	0g,50
Réduction dans B	0g,51

» En comparant ces chiffres avec ceux du sang sortant de la veine (voir le commencement de cette Note), on se convainc que, si l'on s'était borné aux dosages dans A, on n'aurait trouvé que 0g,04 de perte, tandis que celle-ci est, en réalité, de 0g,29, ainsi que le prouvent les dosages faits avec B.

» Nous possédons plusieurs cas de ce genre; ils ne sont pas rares. D'autre part, nous avons observé, à la vérité plus rarement, qu'un sang *paraît* perdre beaucoup de matières sucrées pendant 1 heure à 38°, alors qu'en réalité cette perte est minime. Voici un de ces cas :

Sang artériel d'un chien assommé (précédemment cité) immédiatement après l'assommement :

Réduction dans A	1g,53

Après 1 heure à 38° :

Réduction dans A	0,78
Réduction dans C	0

» Mais, également dans C, le polarimètre indique — 0°,6, ce qui prouve l'existence d'acide glycuronique *non réducteur,* qui existait certainement dans A. Par conséquent, le chiffre 0g,78 ne donne pas le total des matières sucrées. Mais cet acide glycuronique n'existait pas dans le sang au sortir de l'artère; car ce sang, après fermentation totale, ne déviait pas à gauche. Le chiffre 1,53 est donc bon et, en conséquence, la perte, après 1 heure à 38°, *est moindre* que ne l'indique la différence 1,53 — 0,78. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *De l'action mécanique de la gélatine sur les substances solides et sur le verre en particulier.* Note de M. L. Cailletet.

« J'ai fait connaître, depuis longtemps déjà, un procédé de soudure du verre avec les métaux. Cette soudure se fait facilement en déposant sur le verre, préalablement argenté à chaud, une couche de cuivre galvanique, qui, une fois étamé, peut être soudé à une autre pièce métallique.

» C'est le procédé que j'emploie pour adapter des robinets ou des ajutages quelconques aux tubes de verre destinés à renfermer des gaz sous de hautes pressions.

» La couche de cuivre galvanique adhère si fortement au verre que, en arrachant ce cuivre, on détache en même temps des lamelles de verre.

» Le même effet peut se produire avec le silicate de soude, mais ces effets d'arrachement de la couche vitreuse deviennent particulièrement puissants lorsqu'on emploie la gélatine. Il suffit, en effet, de recouvrir un objet en verre ou en cristal d'une couche épaisse de colle forte pour constater que cette gélatine, qui adhère à la surface vitreuse, s'en détache lorsqu'elle se dessèche, en enlevant au verre de nombreuses lamelles d'épaisseurs variables.

» Le verre ainsi gravé présente une sorte de dessin, rappelant les formes du givre déposé sur les vitres, et dont l'effet est décoratif.

» J'ai soumis à l'action de la gélatine un grand nombre de substances et j'ai constaté que le verre trempé est attaqué facilement. Il en est de même du marbre poli, du spath d'Islande, de la fluorine cristallisée. Un échantillon de cristal de roche, taillé perpendiculairement à l'axe et recouvert de deux couches de colle de poisson, a présenté, après dessiccation, de nombreux points attaqués de forme conchoïde offrant des stries parallèles rectilignes et rapprochées, tandis que sur le verre ces stries sont courbes.

» Lorsqu'on dissout dans la gélatine des sels facilement cristallisables et n'ayant pas d'action chimique sur elle, il se produit sur le verre des dessins gravés, d'apparence cristalline. Ainsi de la colle forte, contenant 6 pour 100 d'alun de potasse, donne d'élégants dessins rappelant les feuilles de fougère. J'ai essayé également l'hyposulfite de sodium, le nitre, le chlorate de potassium qui, mélangés à la gélatine, agissent à peu près de la même façon.

» Ces procédés, qui peuvent servir à la décoration des objets en verre ou en cristal, ont été employés avec succès par un habile praticien, M. Barbey.

» Lorsqu'on recouvre de gélatine dissoute dans l'eau des feuilles de carton, du plomb ou bien une toile métallique, on voit ces surfaces se courber en forme de cylindre à mesure que la gélatine se contracte.

» La gélatine, en se desséchant, exerce donc, sur les surfaces auxquelles elle adhère, une action mécanique des plus énergiques. Ainsi, en étendant au moyen d'un pinceau une couche de colle forte sur un vase cylindrique en verre mince, l'effort qu'il supporte pendant la dessiccation est suffisant pour le briser avec explosion suivant une génératrice, et les débris vitreux retenus entre eux offrent l'aspect d'une gouttière demi-cylindrique.

» Lorsqu'on examine, à la lumière polarisée, une lame épaisse de verre, recouverte de gélatine, on constate que la lame subit un puissant effort mécanique, dont il serait sans doute possible de mesurer la valeur. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Gould*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Ch. André obtient	43	suffrages
M. Gruey »	3	»
M. Baillaud »	1	»

M. **Charles André**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

M. **Lignières** adresse, de Buenos-Aires, ses remercîments à l'Académie, pour la distinction accordée à ses Travaux.

ASTRONOMIE. — *Perturbations du grand axe des petites planètes.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Lœwy.

« Les petites planètes ont, en général, des inclinaisons faibles par rapport à l'orbite de Jupiter; aussi, pour se rendre compte de l'action de cette planète sur la distribution des astéroïdes, on peut, en première approximation, se placer dans le cas d'un problème plan. C'est ce que nous avons fait, en négligeant, bien entendu, la masse de la petite planète, suivant la méthode employée déjà par Gylden, Harzer, Callandreau, etc., c'est-à-dire en cherchant des approximations successives dans les équations différentielles des coordonnées elles-mêmes. Alors si a et r sont le demi-grand axe de la distance au Soleil de la planète, il est commode d'introduire dans les équations la quantité ρ définie par la relation $r = \frac{a}{1+\rho} = a(1 - \rho + \rho^2 - \rho^3 \ldots)$; ρ peut alors être défini en fonction de θ, élongation de la planète troublée par rapport à Jupiter, planète

troublante. La quantité ρ est de l'ordre de l'excentricité de l'orbite; la connaissance de $\rho - \rho^2 + \rho^3 + \ldots$ permet d'obtenir la courbe décrite par la planète par rapport à un système d'axes mobiles dont l'origine décrit un cercle de rayon a.

» Nous nous bornons aux termes du troisième degré par rapport à l'excentricité, et l'approximation sera suffisante pour la majorité des cas.

» La première équation réduite nous donne $\rho = p\cos k\theta + q\sin k\theta$; en posant $\frac{n}{n-n'} = k + \varepsilon$, k est le rapport du moyen mouvement de la petite planète à la différence entre ce moyen mouvement et celui de Jupiter.

» Ainsi, nous verrons que, dans nos équations, vont intervenir :

» 1° Les relations de commensurabilité;

» 2° L'écart ε, dans le voisinage d'une de ces relations;

Et c'est précisément leur rôle qu'il s'agit de connaître dans la distribution de l'anneau; p et q définissent l'excentricité et la position du périhélie;

» A chaque nouvelle approximation, il faut remplacer ρ, p, q par $\rho + \delta\rho$, $p + \delta p$, $q + \delta q$. Ceci posé, nous obtenons bientôt

$$\rho = 2(2k-1)\frac{p^2+q^2}{2} + p\cos k\theta + q\sin k\theta - 2(k-1)\frac{p^2-q^2}{2}\cos 2k\theta - 2(k-1)pq\sin 2k\theta,$$

et encore, si l'on veut,

$$\begin{aligned}
\rho - \rho^2 + \rho^3 = {} & p\cos k\theta + q\sin k\theta + (4k-3)\frac{p^2+q^2}{2} \\
& - (2k-1)\left[pq\sin 2k\theta + \frac{p^2-q^2}{2}\cos 2k\theta\right] - \frac{12k-7}{2}\,\frac{p^2+q^2}{2}(p\cos k\theta + q\sin k\theta) \\
& + \frac{4k-3}{2}\left[pq(p\sin 3k\theta - q\cos 3k\theta) + \frac{p^2-q^2}{2}(p\cos 3k\theta + q\sin 3k\theta)\right] \\
& + \delta p\cos k\theta + \delta q\sin k\theta + (4k-3)(p\,\delta p + q\,\delta q) \\
& - (2k-1)[(p\,\delta q + q\,\delta p)\sin 2k\theta + (p\,\delta p - q\,\delta q)\cos 2k\theta] \\
& - \frac{12k-7}{2}\left[(p\,\delta p + q\,\delta q)(p\cos k\theta + q\sin k\theta) + \frac{p^2+q^2}{2}(\delta p\cos k\theta + \delta q\sin k\theta)\right] \\
& + \frac{3}{2}(4k-3)\left[pq(\delta p\sin 3k\theta - \delta q\cos 3k\theta) + \frac{p^2-q^2}{2}(\delta p\cos 3k\theta + \delta q\sin 3k\theta)\right] \\
& + (4k-3)\frac{\delta p^2+\delta q^2}{2} - (2k-1)\left[\delta p\,\delta q\sin 2k\theta + \frac{\delta p^2-\delta q^2}{2}\cos 2k\theta\right] \\
& - \frac{12k-7}{2}\left[(p\,\delta p + q\,\delta q)(\delta p\cos k\theta + \delta q\sin k\theta) + \frac{\delta p^2+\delta q^2}{2}(p\cos k\theta + q\sin k\theta)\right] \\
& + \frac{3}{2}(4k-3)\left[\delta p\,\delta q(p\sin 3k\theta - q\cos 3k\theta) + \frac{\delta p^2-\delta q^2}{2}(p\cos 3k\theta + q\sin 3k\theta)\right] \\
& - \frac{12k-7}{2}\,\frac{\delta p^2+\delta q^2}{2}(\delta p\cos k\theta + \delta q\sin k\theta) \\
& + \frac{4k-3}{2}\left[\delta p\,\delta q(\delta p\sin 3k\theta - \delta q\cos 3k\theta) + \frac{\delta p^2-\delta q^2}{2}(\delta p\cos 3k\theta + \delta q\sin 3k\theta)\right].
\end{aligned}$$

» *Calcul de* δp *et* δq. — Le calcul des quantités δp et δq est précisément la partie laborieuse de la question : pour les obtenir, il faut effectuer des quadratures de la forme $\int(-\mathrm{HT})\,d\theta$ et $\int(-\mathrm{GT})\,d\theta$. H et G sont deux fonctions à *six* termes, de la forme de ρ. T est une fonction assez compliquée de 26 termes, renfermant θ par ses multiples, c'est-à-dire non plus multiplié par k. Chaque produit comporte donc 156 termes; parmi ceux-ci, 130 renferment des produits de lignes trigonométriques, produits qu'il est nécessaire de transformer en sommes en vue des quadratures ultérieures. $(-\mathrm{HT})$ et $(-\mathrm{GT})$ comportent finalement 286 termes.

» La quadrature introduit de nouveaux termes : *toutes réductions faites*, $\int(-\mathrm{HT})\,d\theta$ et $\int(-\mathrm{GT})\,d\theta$ renferment chacun 183 termes.

» Enfin les quantités δp et δq se composent, chacune, de 217 termes, à savoir : 15 indépendants de p et de q, 28 du premier degré en p et q, 58 du deuxième degré et 116 du troisième.

» *Calcul de* $\rho-\rho^2+\rho^3$. — Pour le calcul définitif, il nous reste à obtenir les quantités :

$$\delta p\cos k\theta+\delta q\sin k\theta,\qquad p\,\delta p+q\,\delta q,$$

$$(p\,\delta q+q\,\delta p)\sin 2k\theta+(p\,\delta p-q\,\delta q)\cos 2k\theta,$$

$$(p\,\delta p+q\,\delta q)(p\cos k\theta+q\sin k\theta)+\frac{p^2-q^2}{2}(\delta p\cos k\theta+\delta q\sin k\theta),$$

$$pq(\delta p\sin 3k\theta-\delta q\cos 3k\theta)+\frac{p^2-q^2}{2}(\delta p\cos 3k\theta+\delta q\sin 3k\theta),\qquad \frac{\delta p^2+\delta q^2}{2},$$

$$\delta p\,\delta q\sin 2k\theta+\frac{\delta p^2-\delta q^2}{2}\cos 2k\theta,\qquad \frac{\delta p^2+\delta q^2}{2}(\delta p\cos k\theta+\delta q\sin k\theta),$$

$$(p\,\delta p+q\,\delta q)(\delta p\cos k\theta+\delta q\sin k\theta)+\frac{\delta p^2+\delta q^2}{2}(p\cos k\theta+q\sin k\theta),$$

$$\delta p\,\delta q(p\sin 3k\theta-q\cos 3k\theta)+\frac{\delta p^2-\delta q^2}{2}(p\cos 3k\theta+q\sin 3k\theta),$$

$$\delta p\,\delta q(\delta p\sin 3k\theta-\delta q\cos 3k\theta)+\frac{\delta p^2-\delta q^2}{2}(\delta p\cos 3k\theta+\delta q\sin 3k\theta).$$

» On conçoit que les produits nécessaires pour les calculs ultérieurs introduisent encore de nouveaux termes, ce qui explique la longueur du calcul de la quantité r. Tous calculs effectués, il ne reste qu'à multiplier les quantités précédentes par des coefficients numériques, et à grouper les termes. On arrive ainsi à la formule définitive dont les termes sont ordonnés

suivant les puissances croissantes de p et de q, formule de la forme

$$\rho - \rho^2 + \rho^3 = \sum_{n=0}^{n=21} M_n \cos n\theta + \sum_{n=-14}^{n=+14} N_n \theta [p \sin(k+n)\theta - q\cos(k+n)\theta]$$
$$+ \sum_{n=-21}^{n=+21} P_n [p\cos(k+n)\theta + q\sin(k+n)\theta]$$
$$+ \text{fonction } (p, q, \varepsilon, k, \theta) \text{ du deuxième degré au moins en } p \text{ et } q.$$

» En résumé, on a :

» 1° Des termes périodiques, indépendants de p et q; ils correspondent à des perturbations indépendantes de l'excentricité;

» 2° Des termes séculaires du premier degré en p et q;

» 3° Des termes périodiques du premier degré en p et q; etc.

» Si donc on peut dresser une Table de ces quantités, d'un bord de l'anneau à l'autre, c'est-à-dire en faisant varier k et calculant les coefficients correspondants, on pourra se faire une idée :

» 1° Des diverses perturbations, séculaires ou périodiques;

» 2° Du rôle des lacunes, influence de k;

» 3° De l'importance du voisinage des lacunes, termes en ε;

» 4° On approchera probablement les grandes perturbations de l'excentricité et du périhélie, influence de e, de la position du périhélie, etc.

» C'est ce que nous avons commencé en cherchant la forme analytique de ces différents termes; quelques-uns sont entièrement calculés, et le calcul est préparé pour les autres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions quasi-entières.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

« Si une fonction $F(z)$ monodrome n'a dans tout le plan à distance finie d'autres points critiques que les points isolés $a_0, a_1, \ldots, a_k$ (k fini), qui sont des pôles ou des points singuliers essentiels distincts, elle est développable en une série de la forme

$$F(z) = \psi(z) + \psi_0\left(\frac{1}{z-a_0}\right) + \psi_1\left(\frac{1}{z-a_1}\right) + \ldots + \psi_k\left(\frac{1}{z-a_k}\right) \quad (^1),$$

(1) Cette formule et la suivante sont indiquées par Weierstrass. Comparez avec un théorème connu de M. Mittag-Leffler.

où $\psi(z)$, $\psi_0(z)$, ..., $\psi_k(z)$ sont des fonctions entières. On peut le démontrer par un procédé analogue à celui qui sert à établir la série de Laurent.

» A cause des analogies de ces fonctions avec les fonctions entières, nous les appellerons des *fonctions quasi-entières*.

» Si, en particulier, $\psi(z)$, $\psi_0(z)$, ..., $\psi_k(z)$ sont des fonctions entières de genres finis et d'ordres apparents ρ, ρ_0, ..., ρ_k, on dira que les ordres apparents de $F(z)$ sont ρ, ρ_0, ..., ρ_k.

» Nous ne considérons dans ce qui suit que le cas où les points critiques sont essentiels.

» I. $F(z)$ *peut se mettre sous la forme*

$$F(z) = \Pi\,\Pi_0 \ldots \Pi_k\, e^{\Phi},$$

Π, Π_0, ..., Π_k *étant des produits infinis de facteurs primaires relatifs aux points critiques* ∞, a_0, ..., a_k, *et* Φ *une fonction quasi-entière, ou encore*

$$F(z) = \varpi(z)\,\varpi_0\left(\frac{1}{z - a_0}\right) \cdots \varpi_k\left(\frac{1}{z - a_k}\right),$$

$\varpi(z)$, $\varpi_0(z)$, ..., $\varpi_k(z)$ *étant des fonctions entières. Si* $F(z)$ *est d'ordres apparents finis* ρ, ρ_0, ..., ρ_k, *ces fonctions entières sont d'ordres apparents finis* ρ, ρ_0, ..., ρ_k *respectivement.*

» II. *Quand* $F(z)$ *est d'ordres apparents finis, parmi toutes les fonctions*

$$F_1(z) = \varphi(z)\,F(z) - \varphi_1(z),$$

où $\varphi(z)$ *et* $\varphi_1(z)$ *sont d'ordres apparents tous plus petits que ceux de* $F(z)$, *il y en a au plus une d'ordre réel inférieur à la fois à* ρ, ρ_0, ..., ρ_k, *les fonctions* $F_1(z)$ *qui ne diffèrent que par un facteur constant n'étant pas considérées comme distinctes.*

» *Parmi les équations* $F(z) - \frac{\varphi_1(z)}{\varphi(z)} = 0$ *il y en a une au plus d'ordres réels, tous inférieurs à ceux de* $F(z)$.

» III. *Quand* $F(z)$ *est d'ordres apparents finis, la condition nécessaire et suffisante pour que* $F(z)$ *soit à croissance régulière* (¹) *aux environs de ses points critiques et de* ∞ *est, en général, que la distribution de ses zéros y soit régulière, c'est-à-dire que les fonctions* $\varpi(z)$, $\varpi_0(z)$, ..., $\varpi_k(z)$, *ou, ce qui*

(¹) D'après la définition de M. Borel. Cette propriété ne peut comporter d'exceptions que quand certains des ordres apparents sont entiers.

revient au même, les fonctions $\psi(z)$, $\psi_0(z)$, ..., $\psi_k(z)$ *soient à croissance régulière.*

» IV. *Si* $F(z)$ *a ses ordres apparents tous* ≤ 1, *ses points critiques et ses racines réelles, la dérivée* $F'(z)$ *n'a qu'un nombre limité de racines imaginaires. Entre deux racines réelles de* $F(z)$, *il y en a, en général, une et une seule racine réelle de la dérivée.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations aux dérivées partielles intégrables par approximations successives.* Note de M. **R. d'Adhémar**, présentée par M. Picard.

« M. J. Coulon (¹) a intégré les équations

$$\Delta^{p,q}u = \sum_1^p \frac{\partial^2 u}{\partial x_h^2} - \sum_1^q \frac{\partial^2 u}{\partial y_k^2} = f(x, y), \tag{1}$$

où l'on a

$$p > 2, \qquad q > 2,$$

et je me suis occupé (²), après M. Volterra, du cas

$$p = 2, \qquad q = 1.$$

» Je me propose de montrer aujourd'hui comment je suis parvenu à intégrer, *quels que soient p et q*, les équations

$$\Delta^{p,q}u = \sum_1^p a_h \frac{\partial u}{\partial x_h} + \sum_1^q b_k \frac{\partial u}{\partial y_k} + cu + f \tag{2}$$

(les a, ..., f étant fonctions des x et y).

» La difficulté de l'application de la méthode d'approximation de M. Picard réside dans ce fait que l'intégrale de (1) se présente sous la forme de *dérivée* d'une intégrale multiple.

» Il faut *mettre en évidence* certains facteurs dans l'intégrale de l'équation

$$\Delta^{p,q}u = 1, \tag{3}$$

(¹) *Comptes rendus*, 19 mars 1900.

(²) Voir *Comptes rendus*, 11 février 1901, et *Société mathématique de France*, 1901.

intégrale *nulle* ainsi que sa dérivée conormale sur une *multiplicité donnée* S à $(p+q-1)$ dimensions.

» Je remplacerai S par une *majorante* Σ et je prendrai, pour simplifier l'exposition,

$$p=q=3.$$

» Si, alors, disposant d'une arbitraire, je pose

$$V=\frac{t}{r}\left(1-\frac{r^2}{t^2}\right)^2 F\left[1,\frac{3}{2},3,\left(1-\frac{r^2}{t^2}\right)\right],$$

F désignant la série hypergéométrique,

$$t^2=\sum_1^3 (y_k-y_k^0)^2, \qquad r^2=\sum_1^3 (x_h-x_h^0)^2,$$

x_h^0, y_k^0 étant les coordonnées *du point où l'on veut obtenir l'intégrale u*.

» Si je considère le volume W_6 limité par le cône Λ,

$$r=t$$

(dans la région $r<t$), et par la majorante Σ_5,

$$\sum_1^3 (y_k-y_k^0)^2=L^2$$

[L étant la distance *maxima* de (x^0, y^0) à un point de S_5], on a, à une constante multiplicative près (¹),

$$u(x^0,y^0)=\left(\frac{\partial^2}{\partial y_1^{0\,2}}+\frac{\partial^2}{\partial y_2^{0\,2}}+\frac{\partial^2}{\partial y_3^{0\,2}}\right)\int_{W_6} V\,d\tau.$$

» Posons

$$J=\int_{W_6} V\,d\tau, \qquad J_1=\frac{\partial J}{\partial y_1^0}, \qquad J_2=\frac{\partial J_1}{\partial y_1^0}.$$

» Par une *interprétation* d'une formule du *Calcul des variations*, j'obtiens de suite (²)

$$J_1=-\int V\,dx_1\,dx_2\,dx_3\,dy_2\,dy_3;$$

(¹) En général, on a à appliquer *plusieurs fois successivement* le symbole de Laplace relatif aux y.

(²) Interprétation d'une formule d'Ostrogradski : Voir ma Note dans les *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 1902.

puis, de même,

$$J_2 = \int \frac{\partial V}{\partial y_1} r^2 \cos\alpha_1 \, dr \, d\alpha_1 \, d\alpha_2 \, dy_2 \, dy_3.$$

» A une constante près, $u(x^0, y^0)$ intégrale de (3) est la somme de trois fonctions telles que J_2.

» Or, $\frac{\partial V}{\partial y_1}$ est facile à majorer; par exemple, par l'expression de la série hypergéométrique à l'aide de la *fonction gamma*, de sorte que, à une constante près, $u(x^0, y^0)$ contient en facteur

$$\int r^3 \, dr \int dy_2 \int dy_3 \qquad (\text{sur } \Sigma_5),$$

c'est-à-dire $(Z - z_0)^6$ si l'on désigne par Z *le plus grand* des y d'un point de S et par z_0 *le plus petit* des y_1^0, y_2^0, y_3^0.

» Les *dérivées premières* de $u(x^0, y^0)$ contiennent seulement $(Z - z_0)^3$. En faisant passer ce facteur sous l'un des signes d'intégration en y, l'on obtient pour l'intégrale de (2) une série qui converge plus vite que e^x.

» Comme l'on passe de (3) à (2) par le *théorème de la moyenne*, il y a une précaution à prendre pour avoir un signe constant.

» Dans le cas $p = 2$, $q = 1$, il se présente des difficultés spéciales : des termes *infinis* dont il faut montrer qu'ils se balancent.

» Je me réserve de revenir sur ces équations à caractéristiques réelles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques transformations de contact.* Note de M. W. DE TANNENBERG.

« On sait, depuis les Travaux de S. Lie, que le groupe des transformations de contact du plan, qui transforment un cercle quelconque en un cercle, est un groupe à dix paramètres. Ce groupe est le produit de dix groupes à un seul paramètre, à savoir six groupes ponctuels bien connus et quatre groupes de transformations de contact proprement dites. Dans les Mémoires de S. Lie et dans son célèbre *Traité des transformations*, les quatre derniers groupes sont définis analytiquement par leurs transformations infinitésimales. Je me propose, dans cette Note, de donner une interprétation géométrique simple, peut-être nouvelle, de ces groupes et de montrer leurs liens avec les transformations classiques. La méthode que

je suivrai repose sur la considération de deux transformations de contact particulières, que je vais définir.

» 1. Soit D une droite quelconque, que l'on peut appeler l'axe de la transformation. A chaque élément (m, d) formé par un point m et une droite d issue de ce point, faisons correspondre l'élément (μ, δ), où μ est le centre de l'un des deux cercles tangents à l'axe et à d au point m. Cette transformation (U) fait correspondre à chaque élément (m, d) deux éléments (μ, δ). La théorie des enveloppes montre qu'elle est une transformation de contact. Elle transforme évidemment les cercles du plan en paraboles ayant même direction d'axe (direction perpendiculaire à D).

» A cette transformation (U) faisons correspondre la transformation ponctuelle (u)

$$mp = km_1 p,$$

où p désigne la projection commune des points m et m_1 sur D et où k est une constante quelconque. Deux tangentes correspondantes rencontrent aussi l'axe D au même point. Cette transformation (u) laisse invariant l'ensemble des paraboles considérées.

» 2. Soit O un point fixe quelconque. A chaque élément (m, d) faisons correspondre l'élément unique (μ, δ), où μ est le centre du cercle (O, m, d) passant par O et tangent à la droite d au point m, et où la droite δ joint le point μ au point d'intersection T de la droite d et de la tangente en O. Cette correspondance définit aussi une transformation de contact (V). Elle transforme l'ensemble des cercles du plan en celui des coniques ayant pour foyer le point O.

» A cette transformation de contact faisons correspondre la transformation ponctuelle (v)

$$\frac{1}{Om} - \frac{1}{Om_1} = k,$$

où m et m_1 sont en ligne droite avec le point O. Cette transformation (v) laisse invariant l'ensemble des coniques considérées.

» 3. Ceci posé, il est clair que la transformation (UuU^{-1}) laisse *invariant* l'ensemble des cercles du plan. Deux cercles correspondants ont pour axe radical la droite D. On peut construire deux éléments correspondants (m, d) et (m', d') de la manière suivante :

» Considérons les deux cercles tangents à l'axe et à la droite d au point m. Sans modifier les points de contact de ces cercles avec la droite D,

multiplions l'un des rayons par k et l'autre par $\frac{1}{k}$. Le nouveau point de contact m' des deux cercles et la nouvelle tangente commune d' définissent un élément (m', d') correspondant à (m, d).

» On peut montrer que la correspondance entre d et d' équivaut à la transformation de Laguerre. D'autre part, la transformation de contact $(\mathrm{U}u\mathrm{U}^{-1})$ est caractérisée par l'équation

$$mp \,.\, m'p' = k \,.\, \overline{mm'}^2,$$

ou, si l'on veut,

$$(\mathrm{A}x + \mathrm{B}y + \mathrm{C})(\mathrm{A}x' + \mathrm{B}y' + \mathrm{C}) = (x - x')^2 + (y - y')^2.$$

» Si l'on annule successivement deux des trois coefficients, on obtient trois groupes à un paramètre qui, dans la théorie de Lie, correspondent aux fonctions caractéristiques

$$\mathrm{W} = \sqrt{1 + y'^2}, \qquad \mathrm{W}_1 = x\sqrt{1 + y'^2}, \qquad \mathrm{W}_2 = y\sqrt{1 + y'^2}.$$

» Si A et B sont nuls, les transformations sont des *dilatations*.

» 4. Il est évident aussi que les transformations $\mathrm{V}v\mathrm{V}^{-1}$ laissent *invariant* l'ensemble des cercles du plan. Soient A le centre du cercle déjà défini (O, m, d) et A_1 le point de OA tel que

$$\frac{1}{\mathrm{OA}} - \frac{1}{\mathrm{OA}_1} = \frac{1}{k}.$$

» Par le point également défini T, menons la tangente $\mathrm{T}m'$ au cercle ayant pour centre A_1 et pour rayon OA_1. L'élément $(m', m'\mathrm{T})$ est l'élément correspondant à l'élément $(m, m\mathrm{T})$. L'équation caractéristique est

$$\mathrm{O}m \,.\, \mathrm{O}m' = k \,.\, mm'.$$

Elle montre, en particulier, qu'à un cercle donné on peut faire correspondre un cercle de rayon nul, qui ici est toujours *réel*.

» Si, aux points m et m', on applique une inversion de module égal à l'unité, les points transformés p, p' sont liés par la relation

$$pp' = k.$$

» La transformation $\mathrm{V}v\mathrm{V}^{-1}$ peut donc aussi se mettre sous la forme STS^{-1}, où S désigne l'inversion et T une dilatation. Le groupe défini par

les transformations ($V\varphi V^{-1}$) correspond à la fonction

$$W = (x^2 + y^2)\sqrt{1 + y'^2}.$$

» Les quatre groupes en question sont donc définis géométriquement d'une manière simple. »

THERMOMÉTRIE. — *Sur une forme de thermomètre électrique.* Note de M. GEORGES MESLIN, présentée par M. Mascart.

« Lorsqu'on veut connaître la température d'une région où l'on ne peut directement observer le thermomètre ordinaire, on utilise généralement des couples thermo-électriques constitués par deux métaux convenablement choisis et disposés de telle sorte que l'une des soudures soit à une température connue, tandis que l'autre soudure est placée dans l'enceinte dont on veut mesurer l'état thermique; on déduit alors la température de l'intensité du courant ou de la force électromotrice qui prend naissance dans ces conditions.

» Ce dispositif, que l'on peut varier de différentes façons, a l'avantage de manifester aussitôt tous les changements de température, à cause de la rapidité avec laquelle la soudure se met en équilibre thermique avec les parties avoisinantes; mais cette propriété a quelquefois des inconvénients, par exemple dans le cas où il s'agit de variations accidentelles très rapides, variations que l'on n'a pas intérêt à connaître, ou que l'on préfère éliminer pour avoir les températures moyennes de l'enceinte.

» Dans ce but, et aussi pour ne pas introduire les propriétés thermo-électriques des métaux, j'ai été amené à utiliser la variation, en fonction de la température, de la force électromotrice d'un élément de pile tel que le Latimer-Clark dont le coefficient de variation thermique est assez considérable.

» J'ai employé la méthode d'opposition avec l'adjonction de deux boîtes de résistances disposées suivant les indications de M. Bouty, de façon à ne pas produire de courant dans la dérivation et à utiliser un électromètre ou un galvanomètre très sensible (galvanomètre Thomson) employé comme galvanoscope.

» Le circuit principal contient les deux boîtes de résistances, un accumulateur A et une clef à deux contacts successifs qui permet de fermer d'abord ce circuit principal, puis le circuit dérivé où se trouve le galvanomètre, et, relié par de longs câbles,

un élément Latimer-Clark L placé au loin dans la région dont on veut connaître la température.

» Au moment où l'on veut faire cette détermination, on appuie sur la double clef et l'on ajuste les résistances pour que cette opération puisse se faire sans impulsion de galvanoscope; on obtient ainsi le rapport des deux forces électromotrices de L et de A :

$$\frac{L}{A} = \frac{r}{R}.$$

» Comme la force électromotrice de l'accumulateur A est variable et change avec la température, l'état de charge de l'accumulateur, la densité de l'acide, etc., il est préférable de l'éliminer : on procède immédiatement à une autre mesure en remplaçant l'élément éloigné L par un élément L' placé à côté de l'observateur; un thermomètre qui plonge dans son intérieur indique sa température et une étude préalable permet de connaître exactement sa force électromotrice; on a alors

$$\frac{L'}{A} = \frac{r'}{R} \qquad \text{d'où} \qquad \frac{L}{L'} = \frac{r}{r'},$$

d'où l'on déduit L — L' ou L et par conséquent la température à laquelle se trouve cet élément L.

» On peut donc ainsi, à un moment donné, consulter l'appareil et connaître la température de la région éloignée, ou difficilement accessible.

» On peut enfin disposer les résistances de façon que chaque ohm corresponde à une variation thermique donnée, par exemple un dixième de degré. Supposons que les deux éléments soient identiques et que le coefficient de température soit 0,0005, c'est-à-dire 5 pour 1000 par degré.

$$\frac{L - L'}{L'} = \frac{r - r'}{r'} \qquad \text{alors} \qquad \frac{L - L'}{L'} = \frac{5}{10000} \qquad \text{pour} \qquad r - r' = 10^{\omega},$$

d'où

$$r' = \frac{100000}{5} = 20000,$$

et, si A est voisin de 2 volts, on trouve pour R, 27700^{ω} environ; il suffira donc d'avoir des boîtes de résistances de 30000^{ω} au plus.

» On pourrait remplacer l'accumulateur A ou l'élément de comparaison L' par des éléments étalons ne présentant pas de variation sensible avec la température; on peut employer à ce sujet des éléments Daniell D dont les dissolutions sont convenablement diluées (¹).

(¹) Voir dans le numéro des *Comptes rendus* du 3 février la Note de M. Chaudier, p. 277.

» Le résultat est alors indépendant de la température; mais cette simplification n'est qu'apparente, car il a fallu connaître avec une grande précision la valeur constante de l'élément D, et pour cela le comparer avec un élément L' soigneusement étalonné et étudié en fonction de la température.

» Voici encore, à ce propos, un autre procédé qui permet d'obtenir une force électromotrice, faible il est vrai, mais sensiblement indépendante de la température : en étudiant un assez grand nombre d'éléments Latimer, on en trouve qui, tout en présentant une force électromotrice différente, ont le même coefficient de température; il suffit de les associer en tension en les opposant l'un à l'autre pour avoir le résultat cherché.

» Voici, à titre d'exemple, une mesure de température :

17 décembre, 8^h30^m du matin.	Avec l'élément L.....	$r = 7967^\omega$	
»	Avec l'élément L'.....	$r' = 8009^\omega$	$t' = 8°,6$

» Au lieu de calculer la force électromotrice L, on peut raisonner plus simplement comme il suit : la différence des résistances a été de 42^ω; or, elle était ordinairement de 33^ω, à la même température, pour une différence de force électromotrice de $0^{volt},0059$; le changement de force électromotrice correspondant à 9^ω sera donc $9 \times \frac{0,0059}{33} = 0,0016$, qui, à raison de 0,0007 par degré, donne 2°,3 pour la différence de température; la température de l'élément L était donc $8°,6 + 2°,3 = 10°,9$.

» J'ai vérifié à différentes reprises l'exactitude de ces déterminations. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur les gaz ionisés.* Note de M. **P. Langevin**, présentée par M. Mascart.

« I. Je me propose de donner d'abord quelques indications théoriques au sujet des méthodes qui m'ont permis d'apporter de nouvelles confirmations expérimentales à la théorie de l'ionisation des gaz.

» Des Travaux importants, principalement ceux des physiciens de l'école du Professeur J.-J. Thomson, ont montré que l'on représente très bien tous les faits relatifs à la conductibilité électrique acquise par les gaz sous l'action des radiations nouvelles, en admettant que la radiation produit dans le gaz des nombres égaux de centres chargés, les uns positivement, les autres négativement. Ces centres possèdent chacun une charge

égale en valeur absolue à celle que transporte l'atome d'hydrogène dans l'électrolyse, et s'entourent par attraction électrostatique, si la pression du gaz est suffisante, d'un cortège de molécules électriquement neutres.

» Les agglomérations ainsi constituées, que l'on nomme des *ions*, se meuvent en tous sens comme les molécules du gaz, et leur déplacement d'ensemble est nul en l'absence d'un champ électrique, en réservant ce qui est dû à la diffusion. Si l'on crée un champ H, ce déplacement s'effectue avec une vitesse k_1H dans le sens des lignes de force pour les ions positifs, et k_2H en sens inverse pour les ions négatifs.

» Les coefficients k_1 et k_2, auxquels nous donnerons le nom de *mobilités*, sont généralement différents.

» Si la pression ne descend pas au-dessous de quelques millimètres de mercure, le déplacement des ions sous l'action du champ se produit sans que leurs chocs contre les molécules du gaz créent de nouveaux centres chargés; mais les ions positifs et négatifs peuvent se recombiner au moment de leurs collisions.

» Il est naturel d'admettre avec J.-J. Thomson, pour cette recombinaison, une loi analogue à la loi d'action de masse de Guldberg et Waage : la quantité d'électricité recombinée par unité de volume et par unité de temps est proportionnelle au produit des densités en volume p et n des charges portées par les ions positifs et négatifs

$$\frac{dn}{dt} = \frac{dp}{dt} = -\alpha pn,$$

α étant le *coefficient de recombinaison*. Je préciserai plus loin la signification de cette loi.

» II. Dans cette théorie, les quantités k_1, k_2 et α doivent être des constantes pour un gaz donné, dans des conditions données de température et de pression. Il en est de même du rapport

$$\varepsilon = \frac{\alpha}{4\pi(k_1 + k_2)}.$$

» Or, la méthode suivante m'a permis une mesure expérimentale directe et précise de ce rapport ε, et m'a fourni des valeurs effectivement constantes dans des conditions d'expérience très variées.

» Entre une lame métallique AB munie d'un anneau de garde et une lame parallèle CD en aluminium, on établit dans le gaz un champ H qui

nécessite sur chacune des lames une densité superficielle

$$\sigma = \frac{H}{4\pi}.$$

» Les rayons de Röntgen provenant d'une *seule décharge* d'une bobine dans un tube de Crookes traversent la lame CD et, en un temps très court, libèrent dans le gaz, par unité de surface des lames, des quantités d'électricité positive et négative égales à Q_0. Ces charges vont se mouvoir en sens inverses dans le champ, les ions d'un signe filtrant en quelque sorte au travers des ions de signe contraire. Une recombinaison partielle aura lieu, d'autant plus importante que le champ sera plus faible, c'est-à-dire que la durée de la filtration sera plus grande. La lame AB recueillera donc, par unité de surface, une quantité Q, inférieure à Q_0 et tendant vers cette valeur à mesure que le champ augmente.

» La théorie montre que, si Q_0 est assez faible pour que la présence des charges dans le gaz ne modifie pas sensiblement le champ H, la quantité recombinée *ne dépend pas de la répartition initiale de l'ionisation* entre les lames, et l'on a

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon Q_0} \log\left(1 + \frac{\varepsilon Q_0}{\sigma}\right),$$

ε se déduira de la mesure des rapports $\frac{Q}{Q_0}$ et $\frac{\sigma}{Q_0}$. J'indiquerai ultérieurement comment j'ai pu réaliser cette méthode de mesure.

» III. En dehors de la confirmation résultant de la constance du rapport ε, j'ai pu en obtenir une autre en déduisant de la théorie des ions une signification importante de ce rapport.

» J'ai calculé dans ce but le nombre des collisions entre les ions positifs et négatifs : il est naturel d'admettre qu'elles sont dues exclusivement, en l'absence de poussières, à l'attraction des charges opposées. En effet, la distance moyenne des ions est toujours très grande par rapport à celle des molécules du gaz (au moins 10 000 fois plus grande aux pressions ordinaires) et, s'ils ne s'attiraient pas, leurs collisions seraient plus de 10^9 fois moins nombreuses qu'elles ne sont réellement.

» Il en résulte aussi que deux ions de signes contraires, même très rapprochés par rapport à leur distance moyenne, se meuvent sous l'influence de leur attraction avec la même *mobilité* que dans le champ H. Si P et N sont les nombres d'ions positifs et négatifs par unité de volume, e la charge

de chaque ion, on obtient facilement pour le nombre de collisions par unité de volume pendant le temps dt

$$4\pi(k_1 + k_2)\mathrm{PN}e\,dt.$$

» Si *chaque collision était suivie d'une recombinaison*, on aurait, pour la quantité recombinée,

$$4\pi(k_1 + k_2)\mathrm{PN}e^2\,dt = 4\pi(k_1 + k_2)pn\,dt,$$

d'où

$$\frac{dp}{dt} = \frac{dn}{dt} = -4\pi(k_1 + k_2)pn.$$

» Le rapport

$$\varepsilon = \frac{\alpha}{4\pi(k_1 + k_2)}$$

représente donc le *rapport du nombre des recombinaisons au nombre des collisions entre des ions de signes contraires*. Il doit, *si la théorie est exacte, rester toujours inférieur à l'unité et s'en rapprocher vraisemblablement d'autant plus que la mobilité des ions est plus faible*.

» L'expérience confirme ces prévisions.

» J'ai réalisé également une méthode nouvelle de détermination des mobilités k_1 et k_2 dans des limites de pression très étendues et pour différents gaz. La connaissance de ε permet d'en déduire la valeur absolue du coefficient α. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la transparence des liquides conducteurs pour les oscillations hertziennes*. Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. H. Poincaré.

« J'ai continué à l'observatoire de Meudon mes recherches sur l'absorption des ondes hertziennes par les électrolytes. Les résultats nouveaux que j'ai obtenus me permettent de confirmer, tout en la complétant, la loi énoncée dans ma Note à l'Académie du 5 août 1901. Il ressort de ces résultats que les épaisseurs maxima, après la traversée desquelles les ondes hertziennes employées sont encore sensibles, c'est-à-dire *les transparences pour ces ondes, varient dans le même sens que les résistances; elles croissent moins vite que celles-ci et plus vite que leurs racines carrées*.

» J'ai étudié en dernier lieu des solutions de plus en plus étendues de

chlorure de potassium; le Tableau suivant indique en regard les conductibilités $\frac{1}{R}$ de ces liquides et les valeurs E trouvées pour leurs transparences (définies comme ci-dessus):

	E.	$\frac{1}{R}$ (1).
Solution normale de KCl (74g,555 par litre).....	32mm	0,0982
Solution normale de KCl étendue à $\frac{1}{10}$...........	175	0,0119
Solution normale de KCl étendue à $\frac{1}{50}$...........	494	0,00239
Solution normale de KCl étendue à $\frac{1}{100}$..........	804	0,00122

» *Méthode employée.* — J'ai utilisé, en la modifiant sur certains points, la méthode décrite dans ma Communication du 5 août 1901; les modifications apportées à la méthode primitive ont pour résultat, ainsi qu'on va le voir:

» 1° De permettre l'emploi d'une quantité beaucoup moins grande de mercure et du liquide à étudier;

» 2° De rendre plus aisée la manipulation du radioconducteur employé;

» 3° De permettre la détermination des variations de résistance de celui-ci, sans qu'il soit nécessaire, comme dans la première méthode, de retirer chaque fois, à l'aide d'une pipette, tout le liquide étudié, ce qui facilite beaucoup la rapidité des mesures.

» La figure ci-après (*fig.* 1) représente schématiquement le dispositif employé: un récipient cylindrique C, en tôle emboutie, et ouvert par le bas, est placé sur une cuve à mercure de façon à constituer une enceinte métallique hermétiquement close; un radioconducteur *r* est fixé sur un petit support en bois qui flotte sur le mercure à l'intérieur de cette enceinte; j'ai construit la cuve à mercure en remplissant aux trois quarts, de plâtre à mouler, une caisse en bois, mais de façon à ménager dans la masse de plâtre un trou cylindrique de 10cm de profondeur. Dans ce trou est disposé un long tube cylindrique en laiton T maintenu verticalement au moyen d'un support extérieur S, de façon qu'il y ait environ 1cm entre le bas du tube et le fond du trou. Ce tube est destiné à contenir le liquide à étudier dont le poids produit une dépression du mercure (dépression qui était de plus de 7cm dans quelques-unes des expériences); ce dispositif de la cuve à mercure évite ainsi l'emploi d'une quantité considérable de mercure qui serait nécessaire avec une cuve ordinaire à fond plat. Du pôle P_1 du radioconducteur partent:

» 1° Un fil de cuivre nu et court qui plonge dans le mercure;

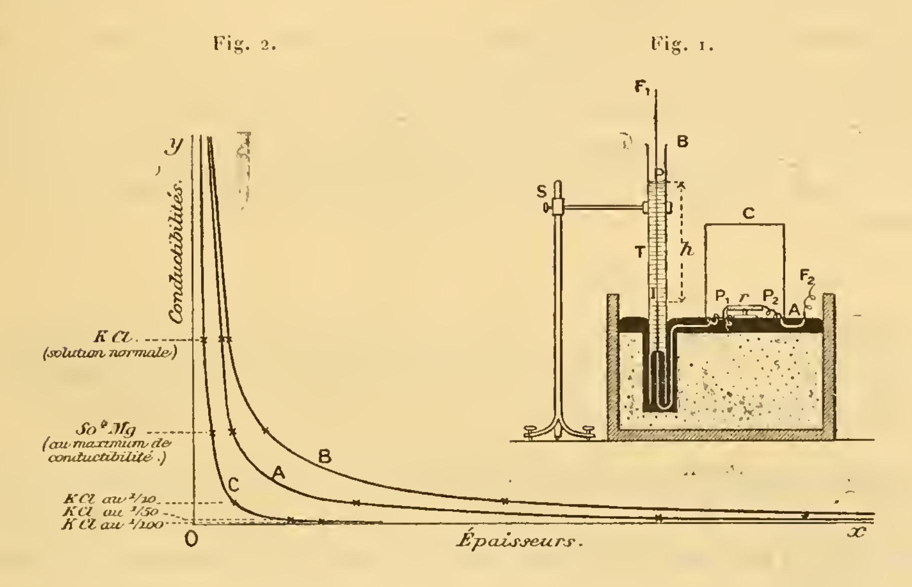
» 2° Un fil isolé F_1, qui suit le trajet indiqué sur la figure en restant noyé dans le mercure pendant son trajet à travers celui-ci, suit verticalement l'axe du tube T et se termine à 1m,20 au-dessus de l'extrémité B de ce tube. Le fil F_1 n'est isolé que jusqu'à un point I situé légèrement au-dessus du niveau du mercure extérieur au tube et, à partir de ce point, l'isolant a été enlevé. Du pôle P_2 du radioconducteur part un

(1) Les valeurs des conductibilités données dans ce Tableau sont celles qui résultent des déterminations de Kohlrausch faites à 18°, c'est-à-dire sensiblement à la même température que mes expériences.

fil F_2, isolé, et qu'on peut à volonté soit noyer complètement dans le mercure, soit faire émerger de celui-ci en A.

» Dans ces conditions, voici comment on fait une expérience : le fil F_2 étant noyé dans le mercure, on produit dans le voisinage des ondes hertziennes; celles-ci tendent à se propager vers le radioconducteur en suivant la surface du fil F_1 qui joue le rôle d'antenne; mais on a versé dans le tube du liquide jusqu'au point P de F_1; les ondes qui se propagent le long de F_1 ont donc à vaincre, pour parvenir au radioconducteur, l'absorption exercée par une épaisseur h de ce liquide (h étant la distance PI). En donnant à h des valeurs successivement décroissantes, on en trouve une à partir de laquelle le radioconducteur est impressionné. C'est cette valeur qui correspond aux épaisseurs E du Tableau précédent.

Fig. 2. Fig. 1.



» Pour savoir si le radioconducteur avait été impressionné, il suffisait de l'intercaler dans le circuit d'une pile et d'un galvanomètre, en réunissant ceux-ci, d'une part avec le mercure de la cuve, d'autre part avec le fil isolé F_2, que l'on avait au préalable fait émerger du mercure.

» L'oscillateur employé et les autres circonstances des expériences (nombre d'étincelles produit chaque fois, distance de l'oscillateur à l'antenne, etc.) étaient les mêmes que dans mes premières expériences, et sont décrits dans ma Note du 5 août 1901.

» Le radioconducteur employé était également le même; sa sensibilité est telle que la fermeture du circuit d'une sonnerie ordinaire munie de deux éléments Leclanché et placée à 2^m de l'antenne fait dévier de toute sa course l'aiguille du galvanomètre, quand il n'y a pas de liquide dans le tube.

» Les valeurs E du Tableau précédent sont les moyennes de plusieurs séries d'expériences dont les résultats ont toujours été sensiblement concordants. Elles peuvent être considérées comme exactes à 2^{mm} près.

» Ceci indique que la sensibilité du radioconducteur employé ne varie que dans des

limites peu étendues. L'influence de ces variations est d'ailleurs diminuée par le fait que l'absorption est représentée par une exponentielle.

» *Comparaison avec la théorie. Représentation graphique.* — M. H. Poincaré a déduit des équations générales de la théorie électromagnétique de la lumière une expression de la forme $e^{kz\sqrt{\frac{1}{R}}}$ pour représenter l'intensité des ondes transmises par une couche conductrice d'épaisseur z et de conductibilité $\frac{1}{R}$. La courbe C de la *fig.* 2 représente ce cas théorique dans le cas des liquides que j'ai étudiés.

» Maxwell est arrivé, de son côté, à une expression de la forme $e^{kz\frac{1}{R}}$, cas théorique que figure la courbe B.

» La courbe A, tracée par points et à la même échelle que B et C, représente mes résultats expérimentaux. Elle est comprise entre B et C, ce qu'on peut considérer comme une vérification remarquable de la théorie. »

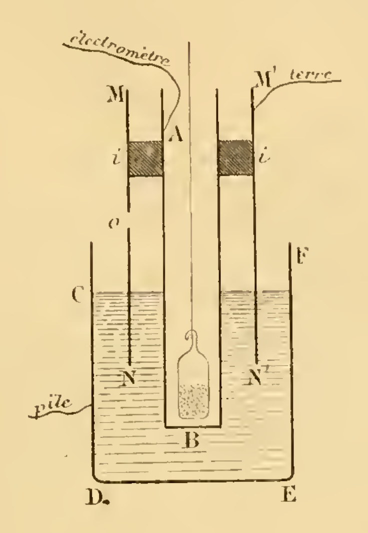
ÉLECTRICITÉ. — *Conductibilité des diélectriques liquides sous l'influence des rayons du radium et des rayons de Röntgen.* Note de M. P. **Curie**, présentée par M. Becquerel.

« J'ai reconnu que les rayons du radium et les rayons de Röntgen agissent sur les diélectriques liquides comme sur l'air en leur communiquant une certaine conductibilité électrique. Voici comment j'ai disposé l'expérience :

» Le liquide à expérimenter est placé dans un vase métallique CDEF dans lequel plonge un tube de cuivre mince AB; ces deux pièces métalliques servent d'électrodes. Le vase est maintenu à un potentiel connu au moyen d'une batterie de petits accumulateurs dont un des pôles est à terre. Le tube AB est en relation avec l'électromètre. Lorsqu'un courant traverse le liquide, on maintient l'électromètre au zéro à l'aide d'un quartz piézo-électrique qui donne la mesure du courant. Le tube de cuivre MNM'N' relié à la terre sert de tube de garde pour empêcher le passage du courant à travers l'air. Une ampoule contenant le sel de baryum radifère peut être placée au fond du tube AB; les rayons agissent sur le liquide après avoir traversé le verre de l'ampoule et les parois du tube métallique. On peut encore faire agir le radium en plaçant l'ampoule en dessous de la paroi DE.

» Pour agir avec les rayons de Röntgen, on fait arriver ces rayons au travers de la paroi DE.

» L'accroissement de conductibilité par l'action des rayons du radium ou des rayons de Röntgen semble se produire pour tous les diélectriques liquides; mais, pour constater cet accroissement, il est nécessaire que la



conductibilité propre du liquide soit assez faible pour ne pas masquer l'effet des rayons.

» En opérant avec le radium et avec les rayons de Röntgen j'ai obtenu des résultats du même ordre de grandeur.

» Quand on étudie avec le même dispositif la conductibilité de l'air ou d'un autre gaz sous l'action des rayons de Becquerel, on trouve que l'intensité du courant croît proportionnellement à la différence de potentiel entre les électrodes quand cette différence de potentiel est faible (de quelques volts pour l'appareil de la figure). Mais quand on augmente de plus en plus la différence de potentiel, l'intensité du courant n'augmente plus proportionnellement à celle-ci; l'effet d'une augmentation de tension va en diminuant, et pour des tensions élevées (100 volts), l'intensité du courant ne s'accroît plus que d'une très petite fraction de sa valeur quand on double la différence de potentiel.

» Les liquides étudiés avec le même appareil et avec le même produit radiant très actif se comportent différemment; le courant est proportionnel à la tension quand celle-ci varie entre 0 et 450 volts, et cela même quand la distance des électrodes ne dépasse pas 6^{mm}. On peut alors considérer la *conductivité* provoquée dans divers liquides par le rayonnement d'un sel de radium agissant dans les mêmes conditions. Les nombres

du Tableau suivant, multipliés par 10^{-14}, donnent la conductivité en mhos pour 1^{cm^3} :

Sulfure de carbone	20
Éther de pétrole	15
Amylène	14
Chlorure de carbone	8
Benzine	4
Air liquide	1,3
Huile de vaseline	1,6

» On peut cependant supposer que les liquides et les gaz se comportent d'une façon analogne, mais que, pour les liquides, le courant reste proportionnel à la tension jusqu'à une limite bien plus élevée que pour les gaz; la loi de proportionnalité, dans la série précédente d'expériences, ne cesserait de se vérifier que pour des tensions supérieures à 450 volts.

» On pouvait, par analogie avec ce qui a lieu pour les gaz, chercher à abaisser la limite de proportionnalité en employant un rayonnement beaucoup plus faible. L'expérience a vérifié cette prévision ; le produit employé était cent cinquante fois moins actif que celui utilisé dans les premières expériences. Pour des tensions de 50, 100, 200, 400 volts, j'ai obtenu des courants qui peuvent être respectivement représentés par 109, 185, 255, 335. La proportionnalité ne se maintient plus, mais le courant varie encore fortement quand on double la différence de potentiel.

» Quelques-uns des liquides examinés sont des isolants à peu près parfaits quand ils sont à l'abri de l'action des rayons et qu'on les maintient à température constante. Tels sont : l'air liquide, l'éther de pétrole, l'huile de vaseline, l'amylène. Il est alors très facile d'étudier l'effet des rayons.

» L'huile de vaseline est beaucoup moins sensible à l'action des rayons que l'éther de pétrole. Il convient peut-être de rapprocher ce fait de la différence de volatilité qui existe entre ces deux hydrocarbures. L'air liquide qui a bouilli pendant quelque temps dans le vase d'expérience est plus sensible à l'action des rayons que celui que l'on vient d'y verser: la conductivité produite par les rayons est de un quart plus grande dans le premier cas.

» J'ai étudié sur l'amylène et sur l'éther de pétrole l'action des rayons aux températures de (+ 10°) et de (— 17°). La conductivité due au rayonnement devient plus faible de un dixième seulement de sa valeur quand on passe de 10° à — 17°.

» Dans les expériences où l'on fait varier la température du liquide, on

peut soit maintenir le radium à la température ambiante, soit le porter à la même température que le liquide; on obtient le même résultat dans les deux cas. Cela tient à ce que le rayonnement du radium ne varie pas avec la température et conserve encore la même valeur même à la température de l'air liquide, comme je l'ai vérifié directement par des mesures. »

PHYSIQUE. — *Champs de force moléculaires*. Note de M. S. LEDUC, présentée par M. d'Arsonval.

« L'application de la notion et du mode de représentation des champs de force de Faraday, aux mouvements moléculaires qui se passent dans les liquides, permet l'explication d'un grand nombre de phénomènes.

» *Champ de force de diffusion*. — Si l'on imagine une goutte d'une solution aqueuse quelconque, au milieu d'une masse d'eau distillée, les molécules dissoutes s'éloignent, par diffusion, dans toutes les directions, l'eau se meut en sens inverse pour les remplacer; la goutte est donc le foyer d'un champ de force; les directions suivies par les molécules en mouvement sont les lignes de force de ce champ.

» *Champ de force de cristallisation*. — Lorsqu'un cristal se forme dans une solution, les molécules dissoutes se dirigent vers lui des divers points de la solution, l'eau se déplace en sens contraire, c'est l'inverse de la diffusion; le cristal est donc le foyer d'un champ de force, les directions suivies par les molécules en mouvement sont les lignes de force de ce champ.

» *Photographie des spectres des champs de force moléculaires*. — En ralentissant les mouvements moléculaires par une substance colloïde telle que la gélatine, en desséchant rapidement les liquides soumis aux expériences, nous avons pu arrêter la matière pendant le travail de diffusion ou de cristallisation et obtenir les spectres des champs de force moléculaires.

» Nous présentons à l'Académie la photographie d'un spectre du champ de force de diffusion d'une goutte d'une solution de carbonate d'ammonium se desséchant sur une plaque de verre (*fig*. 1). Le desséchement commence au bord de la goutte, il en résulte une augmentation de concentration, une différence de pression osmotique entre le centre et la périphérie; les molécules s'orientent, se dirigent et se disposent dans la direction des rayons, et sont photographiées dans cette position.

» La direction que prennent les cristaux dans les cuves de cristallisation est celle des lignes de force de diffusion.

» Nous présentons une photographie du spectre du champ de force de cristallisa-

tion du chlorure de sodium dont l'image, très compliquée (*fig.* 2), représente une croix formée par les diagonales du cube; sur les branches de cette croix se trouvent des branches perpendiculaires, portant elles-mêmes d'autres branches perpendiculaires.

Fig. 1.



Spectre du champ de force de diffusion d'une goutte de carbonate d'ammonium se desséchant sur une plaque de verre.

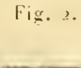


Fig. 2.



Spectre du champ de force de cristallisation du chlorure de sodium.

» *Interférences des champs de force moléculaires.* — Il est facile de voir, sur les photographies, comment les interférences des champs de force de cristallisation entre eux modifient les spectres. Les champs de force de diffusion interfèrent souvent aussi avec les champs de force de cristallisation.

» Nous présentons des photographies de spectres de ces champs interférents, obtenus par le dessèchement rapide de gouttes de solution de chlorure de sodium. Au centre, où n'agit pas la diffusion, les cristaux tendent à se former régulièrement; à la périphérie, où la diffusion a son maximum d'intensité, une branche de la croix s'allonge dans la direction des lignes de force de diffusion, l'autre branche diminue, s'atrophie et disparaît; il en résulte une droite portant de chaque côté des barbes perpendiculaires, ou inclinées dans le sens de la diffusion.

» On peut obtenir d'ailleurs des figures très variées, mais la notion des champs de force permet toujours de les comprendre.

» Les effets de givre sur les vitres sont attribuables aux interférences des champs de force de cristallisation et de gravitation.

» Ces expériences, dans lesquelles les cristalloïdes donnent aux colloïdes amorphes des formes déterminées, montrent l'influence que doit

exercer la force de cristallisation sur la morphologie des tissus vivants formés par la solidification des solutions de colloïdes et de cristalloïdes mélangés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Un second semestre d'observations météorologiques à Quito.* Note de M. F. GONNESSIAT, présentée par M. Bassot.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie le résumé des observations météorologiques faites, à l'observatoire de Quito, du 1er mars au 31 août 1901. La présente communication fait suite à ma Note du 10 juin 1901. Les données s'étendent ainsi à une année complète et permettent déjà de se faire une idée exacte du climat de cette partie de la région interandine.

» Je serai à même prochainement de compléter ces études par des mesures actinométriques jusqu'à l'altitude de 4500m.

Altitude de l'observatoire : 2850m (1).

	1901.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Semestre.	Année.
Press. barom.	Moyenne........... 540mm	+7,62	7,43	7,71	7,82	7,49	7,69	7,63	7,42
	Moy. diurne la plus haute...	8,9	8,2	8,7	8,7	8,6	8,6	8,9	8,9
	» la plus basse....	6,5	6,1	6,9	6,5	6,3	6,7	6,1	5,6
Température à l'ombre.	Moyenne..................	°12,6	°13,0	°12,5	°12,7	°11,9	°12,8	°12,58	°12,72
	Moy. diurne la plus haute...	14,0	14,5	13,6	14,1	14,0	13,9	14,5	14,8
	» la plus basse...	10,4	11,3	10,6	11,3	10,0	11,3	10,0	10,0
	Moyenne des maximas......	19,5	20,3	19,5	20,6	20,0	21,4	20,2	20,54
	Moyenne des minimas......	8,3	8,2	7,8	7,0	6,4	6,6	7,4	7,39
	Extrêmes. Maxima........	22,5	22,5	21,8	22,4	22,1	24,0	24,0	24,5
	Extrêmes. Minima........	4,8	4,8	6,0	4,3	3,3	3,5	3,3	2,0
Temp. à l'air libre.	Maxima, boule noire dans le vide. Moyenne.	43,9	46,8	46,2	46,0	44,7	46,9	45,7	46,6
	Maxima, boule noire dans le vide. La plus hte.	51,2	52,3	51,5	50,4	49,8	51,3	52,3	53,7
	Minima à alcool à 0m,1 du gazon. Moyenne.	6,9	6,6	6,9	5,0	4,4	3,8	5,5	5,7
	Minima à alcool à 0m,1 du gazon. La plus bse.	3,8	3,0	3,6	1,6	0,6	—1,1	—1,1	—1,6
Hum. relative.	Moyenne..................	81	79	81	74	70	61	75	75
	Moy. diurne la plus haute...	91	88	90	83	85	82	91	92
	» la plus basse...	59	58	72	61	50	40	40	40
Évaporation à l'ombre (large surface), quantité totale en millimètres....		49	55	47	64	75	107	397	809

(1) *Errata* à la Note du 10 juin 1901 : Minima de janvier, 2°,0 *au lieu de* 4°,7 ; maxima à boule noire, semestre, 47°,4 *au lieu de* 48°,5.

		1901.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Semestre.	Année.
Pluie.	Quantité totale en millim.		208	148	156	78	59	52	701	1237
	Nombre de jours pluvieux.	Quant^{é} > 0^{mm},1.	19	20	24	16	15	11	105	189
		qu. inappréc.	3	5	3	6	4	2	20	38
Orages.	Nombre de jours avec	tonnerre	12	15	11	12	11	7	68	129
		éclairs lointains.	5	12	10	3	4	7	41	88
Nébulosité moyenne de 0 à 10.	7^h du matin		7	5	6	4	4	4	4,9	4,8
	2^h du soir		7	7	7	6	3	5	5,8	6,4
	9^h du soir		7	6	8	5	5	4	5,8	6,2
Insolation directe.	Nombre d'heures.	Matin.	2,7	3,0	2,8	4,0	3,5	4,0	3.3	3,59
		Soir	1,6	1,5	1,7	2,3	2,3	3,0	2,1	2,10
	Fraction diurne		0,37	0,40	0,40	0,56	0,51	0,63	0,48	0,51

Tableau des variations diurnes (mars-août).

» H, pression barométrique; θ, température à l'ombre; *h*, humidité relative; *f*, tension de la vapeur d'eau calculée en fonction de θ et *h*; *v*, vitesse du vent en hectomètres par heure; P, quantité totale de pluie en millimètres.

t.	0^h.	1^h.	2^h.	3^h.	4^h.	5^h.	6^h.	7^h.	8^h.	9^h.	10^h.	11^h.
H-540.	8,30	8,00	7,70	7,50	7,45	7,54	7,75	8,09	8,40	8,50	8,39	8,11
θ	9,6	9,2	9,0	8,7	8,4	8,1	7,9	9,6	12,0	14,6	16,3	17,7
h	88	89	89	89	89	89	88	82	71	61	57	53
f	7,9	7,7	7,6	7,4	7,3	7,1	7,0	7,3	7,4	7,6	7,8	7,9
v	43	46	48	50	52	56	60	68	64	62	69	84
P	124				45				10			

t.	12^h.	13^h.	14^h.	15^h.	16^h.	17^h.	18^h.	19^h.	20^h.	21^h.	22^h.	23^h.
H-540.	7,71	7,15	6,60	6,25	6,19	6,41	6,80	7,29	7,78	8,22	8,45	8,48
θ	18,6	18,9	10,0	17,6	16,6	14,8	12,9	11,7	11,1	10,8	10,2	9,8
h	50	49	51	54	59	67	75	82	86	87	88	88
f	7,9	7,9	7,9	8,1	8,3	8,4	8,3	8,4	8,4	8,4	8,2	8,0
v	90	97	99	104	91	70	45	34	30	34	38	45
P	198				253				71			

Fréquence et vitesse moyenne du vent dans chaque rumb.

	Septembre à février.					Mars à août.				
	0^h-6^h.	6^h-12^h.	12^h-18^h.	18^h-24^h.	*v*.	0^h-6^h.	6^h-12^h.	12^h-18^h.	18^h-24^h.	*v*.
N	0	0	1	0	»	1	1	1	2	55
NNE	0	2	5	3	59	2	7	22	10	69
NE	8	16	42	11	72	5	13	44	17	75
ENE	13	16	16	19	53	4	5	4	10	41

	Septembre à février.					Mars à août.				
	0^h-6^h.	6^h-12^h.	12^h-18^h.	18^h-24^h.	v.	0^h-6^h.	6^h-12^h.	12^h-18^h.	18^h-24^h.	v.
......	5	6	5	9	55	1	2	3	3	58
SE ...	5	2	4	14	37	3	2	3	4	46
E.....	6	3	3	6	39	3	2	1	2	40
SE....	5	4	3	6	40	2	1	1	2	36
......	6	4	2	3	53	7	5	2	6	40
SW...	16	18	5	15	50	17	15	7	17	55
W....	31	25	3	10	59	48	41	7	22	62
VSW..	5	4	7	4	89	4	4	3	3	102
V.....	0	0	4	0	115	1	0	1	1	59
VNW.	0	0	0	0	»	1	1	1	1	45
W....	0	0	0	0	»	1	1	0	0	35
NW..	0	0	0	0	»	0	0	0	0	»

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorure de praséodyme.* Note de M. CAMILLE MATIGNON.

« Von Scheele [1] le premier a communiqué l'analyse du chlorure de praséodyme obtenu par cristallisation de sa solution chlorhydrique $PrCl^3, 7H^2O$ et indiqué la densité du sel solide : $d_{16} = 2,251$.

» Ce chlorure, qui se présente en gros cristaux d'un beau vert clair, est très déliquescent. Contrairement à l'opinion de von Scheele, les cristaux possèdent, à la température ordinaire, une pression de dissociation sensible en vapeur d'eau et se déshydratent quand on les maintient dans un milieu sec; après un séjour de trois mois dans l'exsiccateur, ils avaient perdu une quantité d'eau voisine de $4H^2O$ et la déshydratation continuait encore. Portés progressivement jusqu'à la température de 115° et maintenus à cette température, ils perdent à la fois de l'eau et de l'acide chlorhydrique, en se transformant partiellement en oxychlorure insoluble. Après une semaine de séjour à 115° dans une étuve, la plus grande partie du sel était transformée en oxychlorure.

» La dessiccation progressive de ce sel dans un courant de gaz chlorhydrique m'a permis de préparer commodément le chlorure anhydre, comme je l'avais fait pour le chlorure de néodyme [2]. La déshydratation se passe en deux phases : à 108°, elle est limitée par le départ de $6H^2O$;

(1) *Zeitschrift anorganische Chemie,* t. XVIII, p. 352.

(2) MATIGNON, *Comptes rendus,* t. CXXXIII, p. 289.



il reste alors un résidu de composition $PrCl^3, H^2O$, nouvel hydrate dont l'existence se trouve ainsi démontrée :

	Trouvé.	Calculé : $6H^2O$.
Perte en eau ($PrCl^3, 7H^2O$ en $PrCl^3, H^2O$).	29,28	28,95

» Le léger excès d'eau tient à la déliquescence du sel.

» Vers 165°, le monohydrate commence à perdre son eau dans le gaz chlorhydrique sec, et à 185° le départ de l'eau est complet, sans formation d'oxychlorure :

	Trouvé.	Calculé : $7H^2O$.
Perte en eau totale.	34,14	33,82

» En séparant cette seconde phase de déshydratation, on obtient le résultat suivant :

	Trouvé.	Calculé : $1H^2O$.
Perte en eau ($PrCl^3, H^2O$ en $PrCl^3$).....	6,85	6,80

» Cette méthode simple m'a permis de préparer quelques centaines de grammes du sel anhydre. Je rappelle à ce sujet que MM. Muthmann et Stuzel (¹) ont préparé ce même chlorure anhydre en transformant le sulfate en sulfure dans un courant de gaz sulfhydrique, puis le sulfure en chlorure par l'intermédiaire du gaz chlorhydrique.

» Le chlorure à $7H^2O$ commence à fondre à 105° en perdant un peu d'eau. Il est très soluble dans l'eau; sa belle solution verte saturée à 13° possède une densité d_4^{16} égale à 1,687; 100 parties de la solution contiennent à 13° : 76,97 parties de sel hydraté et 50,96 de sel anhydre; autrement dit : 100 parties d'eau dissolvent 334, 2 parties de sel hydraté et 103,9 de sel anhydre. En solution chlorhydrique étendue la solubilité diminue et l'expérience démontre qu'une telle solution mixte satisfait à la loi de M. Engel (²); il n'existe donc pas de chlorhydrate de chlorure de praséodyme dans les solutions chlorhydriques étendues.

» La solubilité dans l'eau augmente avec la température, et à 100° on peut ajouter à une petite quantité d'eau une quantité illimitée de sel hydraté; aussi, si l'on évapore à 100° une solution de chlorure, la concentration augmente jusqu'à atteindre une composition voisine de $PrCl^3, 7H^2O$, comme l'indique l'analyse :

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé : $7H^2O$.
Pr	38,19	38,19	37,67

(¹) *Berichte*, t. XXXII, p. 3413.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. XXII, p. 370.

La solution concentrée de chlorure dissout abondamment à chaud l'oxalate de praséodyme et laisse déposer, par refroidissement, des cristaux d'oxalochlorure; en remplaçant l'oxalate de praséodyme par un autre oxalate de terre rare, on peut obtenir des oxalochlorures mixtes renfermant dans leur molécule deux métaux distincts. La même solution chaude dissout les oxalates de fer (ferreux), de nickel, de cobalt, etc., les formiates des terres rares.

» Le sel à $7H^2O$ se dissout dans l'eau avec dégagement de chaleur :

$$PrCl^3, 7H^2O + Aq = PrCl^3 \text{ diss.} \ldots\ldots \quad +5^{Cal},3 \quad \text{à} \quad 17^o.$$

Le chlorure anhydre s'obtient sous la forme d'une poudre vert pâle, extrêmement déliquescente. Chauffé, sa teinte s'accentue avec la chaleur et le chlorure fond au bon rouge en un liquide vert; par refroidissement, on obtient une belle masse verte, transparente et cristalline. A la température de 1000°, le chlorure n'est pas sensiblement volatil.

» Le chlorure anhydre, projeté sur l'eau, s'y dissout en produisant le bruit du fer rouge, la chaleur dégagée est alors considérable :

$$PrCl^3 + Aq = PrCl^3 \text{ diss} \ldots\ldots\ldots \quad + 33^{Cal},9 \quad \text{à} \quad 18^o$$

On en déduit la chaleur de formation du sel hydraté, à partir de l'eau et du sel anhydre :

$$PrCl^3 + 7H^2O \text{ sol.} = PrCl^3, 7H^2O \ldots\ldots\ldots \quad + 18^{Cal},8$$

» Très soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther, le chlorure anhydre ne se dissout pas dans les chlorures métalloïdiques, arsénieux, phosphoreux, stannique, etc. Les carbures d'hydrogène, les bases organiques, aniline, toluidine, diméthylaniline, diméthylamine, quinoléine, pipéridine, etc., ne le dissolvent pas davantage ou du moins en quantité sensible.

» En résumé, j'ai : 1° déterminé les principales constantes physiques du chlorure de praséodyme; 2° signalé l'existence d'un nouvel hydrate $PrCl^3, H^2O$; 3° donné une méthode de préparation simple du chlorure anhydre. Les chlorures de praséodyme et de néodyme, étudiés parallèlement, ne m'ont jusqu'ici présenté dans leurs propriétés aucun écart qui puisse être utilisé pour les différencier et les séparer. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la diapédèse des leucocytes chargés de lécithine et sur l'absorption de la lécithine par l'endothélium vasculaire.* Note de MM. H. STASSANO et F. BILLON, présentée par M. A. Chauveau.

« La poussée de leucocytes mononucléaires que nous avons vu se produire chez les lapins, à la suite des injections de lécithine [1], nous a portés à nous demander ce que ces cellules deviennent et quel peut être leur rôle. Pour poursuivre cette recherche, nous avons choisi la grenouille, qui possède autour de l'œsophage une très mince et assez large membrane, riche en vaisseaux sanguins.

» Nous préparons cette membrane selon la technique indiquée par M. Ranvier, en complétant ensuite la fixation à l'acide osmique, par le liquide de Rippart et Petit, dans lequel on peut facilement la colorer et la conserver. Notre colorant de choix est le vert de méthyle en solution aqueuse et nous colorons pendant 1 heure.

» Dans les membranes des grenouilles normales, préparées en même temps et de la même manière que les membranes des grenouilles traitées par la lécithine, le vert de méthyle ne colore que les noyaux des cellules et les granulations des clasmatocytes : ces dernières, en violet tirant au rouge. Dans la membrane des grenouilles lécithinées, le vert de méthyle colore ces mêmes éléments et donne en plus une coloration vineuse aux parois vasculaires. Les granulations des leucocytes prennent aussi dans la membrane des grenouilles lécithinées cette coloration; dans le cas des grenouilles normales, il n'est pas rare de trouver les leucocytes portant des granulations qui se teignent dans la même nuance, mais cela est beaucoup moins fréquent que dans le cas des grenouilles injectées par la lécithine.

» Dans la membrane périœsophagienne des grenouilles lécithinées, on surprend, si la dernière injection a eu lieu quelques heures seulement avant, de nombreux leucocytes mononucléaires en train de se frayer un passage, de l'intérieur du vaisseau, à travers les cellules endothéliales ; et l'on en observe un nombre encore plus considérable en dehors des vaisseaux, ayant les dimensions les plus différentes et présentant les formes les plus diverses, depuis celle ordinaire des leucocytes jusqu'à celles étoilées ou très allongées des clasmatocytes. Les membranes périœsophagiennes des grenouilles que l'on considère comme normales, n'ayant subi au préalable aucun traitement, présentent quelquefois des phénomènes inflammatoires, qui ne peuvent cependant être confondus avec les aspects que nous venons de signaler dans les membranes des grenouilles lécithinées; car les leucocytes qui y prédominent sont les polynucléaires, ainsi que nous l'avons constaté, et parce que, dans ces inflammations accidentelles, les parois vasculaires ne prennent pas la coloration vineuse des vaisseaux imprégnés de lécithine. Le fait même que les apparences dont il s'agit ne s'observent

---

(1) *Comptes rendus*, 3 février 1902.

seulement qu'à la suite des injections récentes de lécithine, dans les sacs lymphatiques des grenouilles, prouve, à n'en pouvoir douter, qu'il est question d'une diapédèse sous la dépendance de la lécithine qui circule dans le sang, obéissant vraisemblablement au rôle que les leucocytes jouent en s'immobilisant dans les tissus, comme cellules de réserves nutritives, aussi bien qu'en se répandant dans l'économie comme cellules migratrices, pour apporter les matériaux nutritifs partout, jusqu'où n'arrivent plus les capillaires sanguins. Cette manière d'envisager la diapédèse provoquée par la lécithine, ainsi que la démonstration que M. Ranvier a donnée de la fonction des leucocytes dans l'apport des substances nutritives aux cellules de la cornée ([1]) dépourvue de vaisseaux, nous permettent d'expliquer le mécanisme de l'action médicamenteuse, constatée par M. Magnani ([2]), de la lécithine dans les affections de cette même partie de l'œil, dues à l'affaiblissement de la nutrition de l'organisme entier.

» La coloration vineuse que les parois vasculaires prennent par le vert de méthyle dépend sans doute de l'absorption de la lécithine par les cellules endothéliales. Dans le protoplasme de beaucoup de ces cellules, en effet, vues de côté, on distingue nettement de nombreuses granulations en tout semblables à celles qui semblent tapisser intérieurement les parois vasculaires et à celles qui se trouvent dans les leucocytes. Sous l'influence de la lécithine, en outre, les cellules endothéliales apparaissent très souvent gonflées et comme bourrées de ces granulations. Ces dernières observations nous permettent de confirmer la démonstration physiologique et histochimique que l'un de nous a donnée de la fonction d'absorption ou d'arrêt de l'endothélium vasculaire ([3]).

» L'étude de la membrane en question nous a fait remarquer encore que, chez les grenouilles lécithinées, les clasmatocytes sont beaucoup moins nombreux et moins étendus que chez les grenouilles demeurées, dès l'arrivée des premiers froids, en état de repos hivernal. Il semble donc que la suractivité très évidente, provoquée par les injections de lécithine, épuise plus vite les réserves nutritives, tout à fait comme la suractivité causée par l'élévation de la température ([4]).

» L'affinité plus grande que les noyaux cellulaires manifestent à l'égard du vert de méthyle, dans les membranes des grenouilles traitées, vis-à-vis des membranes des grenouilles témoins, montre, d'autre part, que la suractivité causée par la lécithine est bien réelle, ayant pour *substratum* une activité plus prononcée des noyaux des cellules.

» Nos recherches sur la membrane périœsophagienne de la grenouille nous autorisent, de la sorte, à tirer les conclusions suivantes : les leucocytes mononucléaires, après avoir grandi et s'être chargés en granulations basiques, aux frais de la lécithine, sortent des vaisseaux pour se répandre

---

([1]) *Comptes rendus*, second semestre 1896, p. 1228.
([2]) *Annali d'Oftalmologia*, Pavia, p. 569; 1898.
([3]) Stassano, *Comptes rendus*, 23 octobre 1899 et 25 juin 1900.
([4]) Stassano et Haas, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 4 août 1900.

dans l'économie. Les cellules endothéliales retiennent, à leur tour, la lécithine, en se bourrant de granulations semblables. Les noyaux de toutes les cellules indistinctement qui figurent dans cette membrane, accusent une activité plus marquée chez les grenouilles lécithinées que chez les grenouilles témoins en état de repos hivernal. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Comparaison de la ponte chez des poules carnivores et chez des poules granivores.* Note de M. **Frédéric Houssay**, présentée par M. Edmond Perrier.

» Parmi les résultats que m'ont donnés mes recherches sur des poules nourries avec de la viande crue ([1]), ceux qui sont relatifs à la modification de la ponte ne sont pas les moins frappants. Ils étaient impossibles à prévoir, car malgré la connaissance de ce fait général qu'une bonne alimentation favorise la ponte, rien n'autorisait à préjuger l'action que pouvait produire sur la fonction génitale la même abondance dans le régime carné ou dans le régime granivore. Aussi me suis-je attaché à recueillir tous les œufs pour en avoir le compte exact en les pesant le jour même de la ponte; précaution de quelque intérêt, car, au bout de quelque temps, les œufs subissent une perte de poids qui peut atteindre 2^g ou 3^g. Ces nombreuses données seront utilisées en détail; en voici d'abord le résumé et le total :

Poules granivores.	Nombre des œufs.	Poids des œufs.
II_0	127	kg 6,671 1
III_0	67	4,04 9
Total	194	10,720 5

Poules carnivores.	Nombre des œufs.	Poids des œufs.
II_1	176	kg 10,195 5
III_1	121	7,153 9
Total	297	17,349 4

» Les poules nourries avec de la viande ont donc fourni un total bien supérieur à celui de leurs congénères exclusivement nourries de grains :

([1]) Voir *Comptes rendus* des 9 et 24 novembre 1901.

blé noir, blé, avoine, alimentation ordinairement considérée comme très propre à exciter la ponte. Je dois faire observer aussi que, dans les exploitations agricoles, une poule qui produit une centaine d'œufs est regardée comme une très bonne pondeuse.

» La valeur économique des œufs ne dépend de leur poids que d'une façon très lâche; il est tout de même vrai, en comparant les extrêmes, qu'un lot de tout petits œufs ne saurait être vendu le même prix qu'un lot de très gros. Au point de vue physiologique, la question du poids est primordiale, puisque seul il renseigne avec certitude sur le travail organique effectué. Or l'œuf moyen des poules granivores ressortit à 55^g, et celui des poules carnivores à 58^g; il y a donc bénéfice, non seulement au point de vue du nombre, mais encore à celui de la quantité; d'ailleurs aucune différence appréciable au goût.

» Il convient maintenant de distinguer parmi les éléments des totaux qui précèdent. Ainsi que j'ai eu occasion de le dire antérieurement, les poules II_1 et II_0 sont comparables par leur organisation interne et leurs qualités de race; descendant l'une et l'autre de poules Houdan, dont elles avaient gardé plusieurs caractères, elles pouvaient d'avance être considérées comme de très bonnes pondeuses et se sont effectivement montrées telles avec 176 œufs et 127 œufs. Ce qui donne néanmoins à la poule carnivore une supériorité de 49 œufs. Les deux autres, III_1 et III_0, comparables aussi d'autre part, se sont montrées moins fortes pondeuses, ce qui était à prévoir; elles ont donné respectivement 121 œufs et 67 œufs, avec une différence en faveur de la poule carnivore de 54 œufs, très suffisamment voisine de la précédente.

» Il importe de dire que la poule III_0 a couvé et élevé une famille, ce que n'a nullement cherché à faire la poule III_1; mais il ne s'agit pas là de deux états différents qui rendraient les résultats incomparables. Car l'excitation à la ponte est justement la réduction de l'instinct d'incubation. La moins pondeuse est la meilleure couveuse, et inversement : ce sont deux termes d'une seule et même série. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution des formations stoloniales chez les Syllidiens.* Note de M. G. Pruvot, présentée par M. Yves Delage.

» Dans les limites du seul genre *Syllis*, dont les espèces et même les sous-genres (*Ehlersia*, *Typosyllis*, *Haplosyllis*) ne diffèrent les uns des

autres que par des caractères très secondaires, on peut rencontrer presque tous les types de reproduction dont la variété est un des caractères les plus frappants de la famille. Mes observations m'ont amené à concevoir cette évolution de la manière suivante :

» 1° A l'état primitif, représenté par la reproduction directe, sans aucune modification du corps ni des appendices, un premier perfectionnement est apporté chez certaines Annélides errantes par leur organisation, mais de mœurs particulièrement sédentaires : il consiste en l'accroissement des yeux, le développement de longues soies natatoires et la tranformation histologique des muscles locomoteurs qui déterminent, au moment de la reproduction, une agilité hors de comparaison avec la torpeur habituelle de l'animal. Cette transformation, qui élargit le champ de dissémination des produits sexuels, est connue chez les Néréidiens, quelques Euniciens, Phyllodociens, et je l'ai rencontrée chez un petit Spionidien (*Prionospio Malmgreni*). Parmi les Syllidiens, elle est la règle chez les Exogonidés et les Eusyllidés, et dans le genre *Syllis* elle se retrouve chez *S.* (*Ehlersia*) *rosea* notamment.

» 2° Ces modifications affectant seulement les segments pourvus de produits génitaux, et ceux-ci étant localisés dans la région postérieure, l'union des deux parties du corps ainsi différenciées est précaire et sujette à rupture. Alors, la région postérieure génitale détachée acquiert ensuite, en vertu de la faculté de régénération commune à toutes les Annélides, une tête nouvelle qui doit reproduire les caractères et les appendices de celles de la souche. Cette première ébauche de stolon produite par voie mécanique, par scissiparité pure, s'est conservée dans le cas de *S.* (*Typosyllis*) *hyalina*, puisque la forme *Joida*, prétendue caractéristique de cette espèce, n'est qu'une étape du développement de la tête normale de *Syllis*.

» 3° La troisième étape est caractérisée par le fait que le réflexe constricteur n'a plus l'énergie suffisante pour produire d'emblée la rupture. La séparation est incomplète, mais suffisante pour que la région postérieure (stolon), encore adhérente à la région antérieure (souche), bourgeonne une nouvelle tête comme si la section était complète. On n'a pas rencontré, parmi les espèces du genre *Syllis*, actuellement connues, de cas où cette néoformation céphalique atteigne la forme complète d'une tête normale (eucéphalie). Mais elle est réalisée (*Sacconereis*) et même dépassée (*Polybostrichus*) dans un rameau collatéral, celui des Autolytidés. Chez les *Syllis* proprement dites, en raison de l'épaisseur de la cuticule sur la face dorsale, il existe seulement deux foyers de bourgeonnement latéraux, à la base des

parapodes, qui restent distincts (pseudocéphalie), et les différentes espèces peuvent être rangées en une série régressive dans laquelle le stolon se détache habituellement sous une forme de plus en plus simple, forme *Syllis amica*, avec deux antennes et deux palpes, *Chætosyllis*, avec antennes, mais sans palpes (*S. prolifera*, *vittata*, *etc.*), *Tetraglene*, sans antennes ni palpes (*S. ramosa*, p. ex.), jusqu'à ce qu'au dernier terme de la régression il n'y ait plus trace de bourgeonnement céphalique (stolons acéphales de *S. densa* et de *S. hamata*). Ces derniers, à petit nombre de segments, dépourvus dans la règle de produits génitaux, sont manifestement des formations rudimentaires survivant à leur fonction, et l'on assiste avec eux au retour à la reproduction directe, les produits génitaux se développant chez ces deux espèces dans toute la hauteur de la souche.

» Le fait d'observer chez un même genre l'apparition, le développement et la régression de la reproduction stoloniale, la multiplicité des formes qu'elle y revêt, et le retour, qui n'est pas très rare, à la reproduction directe même chez des espèces qui sont normalement stolonifères, telles que *S. variegata* et *prolifera*, donnent à penser que la reproduction stoloniale est une acquisition de date récente et qui n'a pas encore été fixée par un long usage.

» Les autres genres de la tribu des Syllidés émettent leurs stolons sous des formes allant de *Tetraglene* à *Chœtosyllis* et à *Syllis amica*, et l'on sait, de plus, qu'avant la séparation la souche a déjà régénéré le plus souvent, mais pas toujours, un nombre variable de segments. La longueur de cette portion caudale régénérée avant la séparation est alors d'autant plus grande que la tête du stolon qui la suit s'est arrêtée à un degré moindre de développement, et que la scission se produit à un niveau plus reculé du corps. Cette variabilité dans le développement des parties est la conséquence de la marche indépendante des deux processus, bourgeonnement des néoformations et développement des produits sexuels, l'émancipation se produisant dès que ceux-ci sont arrivés à maturité, quel que soit alors le degré où sont parvenues les premières. Et j'ai été amené à conclure de nombreuses mensurations que le bourgeonnement stolonial est régi chez les Syllidiens par la loi suivante :

» *Le bourgeonnement, tant céphalogène qu'urogène, est d'autant plus rapide et plus actif que le tronçon qui le présente occupe une plus grande partie du corps total.* — Corollaire : *le développement des néoformations céphalique et caudale est en raison inverse chez un même animal.*

» De plus, le fait que la formation de stolons, qui n'est en dernière ana-

lyse qu'un cas particulier d'autotomie avec régénération, ne se produit pas chez les espèces à corps trapu et paucisegmenté, telles que la plupart des Exogonidés et des Eusyllidés ; que la faculté blastogénétique est peu développée chez les espèces relativement grandes, telles que *Syllis hamata;* que, d'une manière générale, les Annélides réparent d'autant plus facilement leurs pertes par amputation qu'elles sont plus petites, ou à volume égal qu'elles ont un corps plus effilé et un plus grand nombre de segments, trouvera son expression dans une autre formule :

» *La blastogénèse régénératrice est d'autant plus active que la surface totale de contact du corps avec le milieu extérieur est plus grande par rapport à son volume.*

» Et cette loi paraît être applicable à la blastogénèse en général, chez tous les animaux, à condition de tenir compte de l'état de différenciation organique et des facteurs particuliers qui peuvent dans certains cas en amoindrir ou en masquer les effets et déterminer des exceptions apparentes. »

BOTANIQUE. — *Deux Lianes à caoutchouc d'Indo-Chine*. Note de M. GUSTAVE QUINTARET, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Parmi les nombreuses Lianes à caoutchouc que j'ai rencontrées au Laos et en Annam, dans un récent voyage en Indo-Chine, il est deux espèces sur lesquelles je désire dès aujourd'hui attirer l'attention dans cette Note.

» La première est celle que les indigènes connaissent sous le nom de *Mak-khao-ngua* (c'est-à-dire *à fruits en cornes de bœuf*).

» Malgré son importance, cette Liane était restée indéterminée jusqu'en ces derniers temps, lorsque, il y a sept mois environ, parut une Note de M. Jumelle à son sujet [1]. M. Jumelle n'avait d'ailleurs entre les mains que des fruits de cette Liane; il avait cru cependant pouvoir en conclure qu'il s'agissait d'une Apocynée, l'*Ecdysanthera micrantha* D. C.

» C'est au retour de mon voyage que j'ai eu connaissance de cette Note, qui était pour moi d'autant plus intéressante que, au cours de mon exploration, j'avais recueilli moi-même des feuilles et des fleurs de *Mak-khao-ngua*. Je me suis donc empressé de déterminer la plante que j'avais rap-

---

[1] H. JUMELLE, *Une Liane à caoutchouc de l'Indo-Chine* (*Revue des culture coloniales*, 5 juillet 1901).

portée et j'ai été amené à l'identifier, comme M. Jumelle, à l'*Ecdysanthera micrantha*.

» Tous ses caractères concordent, en effet, avec la description que Hooker a donnée de l'espèce : « Les feuilles sont ovales-lancéolées, acuminées, avec trois à cinq paires » de nervures distantes; les fleurs, en cymes longuement pédonculées, sont à petit » calice et à corolle presque urcéolée, dont les lobes, très courts, se recouvrent à » droite. On sait que, au contraire, dans les *Parameria*, les pétales se recouvrent à » gauche. »

» D'autre part, dans les genres voisins, *Beaumontia* et *Chonemorpha*, la corolle est grande et non urcéolée ; elle n'est pas non plus urcéolée dans les *Baissea*.

» Le doute sur l'identité botanique de cette plante n'est, par conséquent, plus possible : la Liane à fruits en cornes de bœuf, appelée *Mak-khao-ngua* par les indigènes est l'*Ecdysanthera micrantha*.

» J'ai pu constater sa présence dans la province de Cam-mon et dans celle de Mohassaï, au Laos ; elle se trouve en grande abondance sur les deux rives du Nam-Ton. Elle croît également dans les forêts de la province de Hotinh, en Annam.

» J'en ai retiré par incision un latex qui m'a paru très riche en caoutchouc et qui s'est coagulé rapidement par l'acide citrique. Le caoutchouc est brun noirâtre tirant sur le rouge et est d'excellente qualité. Il est d'ailleurs déjà actuellement exporté.

» Pour la seconde espèce, il ne m'a pas été possible de connaître le nom indigène exact, les Laotiens attribuant à toutes les Lianes le nom de *Catang-Katiu*, qui veut dire : caoutchouc.

» Il me reste donc à établir quelle plante est en réalité cette Liane, si elle est une espèce nouvelle ou une espèce déjà connue. — Voici d'abord sa description :

» Elle est à tige blanc grisâtre, toujours glabre et atteint 5^m à 6^m de longueur.

» Les rameaux sont dépourvus de poils ; les feuilles sont opposées et pétiolées, ovales-elliptiques, avec un assez fort acumen au sommet. Les nervures secondaires sont au nombre de 5 ou 6 paires, très obliques, et fortement arquées à leurs extrémités.

» Toutes ces nervures sont dépourvues de poils, ainsi que le pétiole.

» Le limbe mesure de 6^{cm} à 7^{cm} de longueur, sur 3^{cm} à 4^{cm} de largeur ; le pétiole a 8^{mm} à 10^{mm}. Les fleurs, qui apparaissent en mai, sont très petites, longues de 3^{mm} en moyenne. Elles sont disposées en panicules de cymes lâches. La longueur totale de l'inflorescence est de 5^{cm} à 7^{cm} environ. Les pédicelles secondaires sont insérés assez loin de la base du pédicelle primaire, et il en est de même pour les pédicelles tertiaires qui portent les cymes à l'égard des pédicelles secondaires. Ces inflorescences sont terminales ou axillaires.

» Le calice est très petit, avec cinq segments obtus ; il est velu, ainsi que les pédicelles tertiaires. Le pédicelle primaire et le pédicelle secondaire, au contraire, sont presque glabres.

» La corolle est campanulée et à tube très court; les lobes sont falciformes, obliques, réfléchis vers l'intérieur, dans le bouton.

» Les cinq étamines sont insérées, par des filets très courts, à la base du tube corollaire; les anthères sont sagittées, conniventes et appliquées contre le stigmate.

» Le pistil est composé de deux carpelles distincts, avec de nombreux ovules. Ces carpelles sont velus; le style est court et se termine par un stigmate claviforme.

» Je n'ai pu malheureusement voir les fruits.

» Par ses divers caractères et, en particulier, par ses lobes corollaires réfléchis dans le bouton floral, cette Liane appartient nettement au genre *Micrechites,* de la famille des Apocynées.

« Toutefois, la description ci-dessus ne se rapporte exactement, dans son ensemble, à aucune des espèces connues. Notre plante est bien distincte, en particulier, des deux espèces indiennes, le *Micrechites polyantha* et le *Micrechites elliptica.* Elle se distingue surtout du *Micrechites polyantha* par son inflorescence et la nervation de ses feuilles et du *Micrechites elliptica* par la forme générale des feuilles et celle de la corolle.

» Nous croyons donc bien avoir affaire à une espèce nouvelle que nous désignerons sous le nom de *Micrechites Napeensis.* Au cours de notre voyage nous ne l'avons guère trouvé, en effet, qu'aux environs de Napé (Laos).

» Son latex nous a donné, par coagulation à l'acide citrique, un excellent caoutchouc, brun rougeâtre, très nerveux, qui a été estimé 8^{fr} le kilogramme en août 1901. »

BOTANIQUE. — *Sur l'origine et la différenciation des méristèmes vasculaires du pétiole.* Note de M. **Bouygues**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les travaux récents de M. Gaston Bonnier sur l'apparition des tissus dans la racine, la tige et la feuille, ont montré qu'on pouvait observer de très bonne heure, c'est-à-dire dès le début, les régions fondamentales de ces organes. Les recherches de M. G. Bonnier ont, de plus, établi l'importance de la notion de polarité dans la différenciation des tissus vasculaires. Au moment où ces travaux ont paru, je poursuivais moi-même, depuis longtemps, des recherches sur des particularités de structure et de développement de certaines feuilles [1]. Dans le but de découvrir l'interpréta-

[1] Bouygues, *Sur l'origine corticale de certains méristèmes vasculaires dans le pétiole* (*Procès-verbaux de la Société Linnéenne de Bordeaux,* 6 mars 1901).

tion à donner aux anomalies observées, j'ai étendu mes recherches à l'examen de structures normales. Mes recherches ont porté sur environ une centaine de plantes appartenant à vingt familles. Dans leurs traits généraux, les résultats confirment pleinement les conclusions si importantes de M. G. Bonnier, mais avec quelques variantes que je tiens à résumer ici.

» 1. Conformément aux observations de M. G. Bonnier, une très jeune feuille comprend, dans ses deux parties principales (pétiole et limbe), trois grandes régions fondamentales que l'on distingue d'après leur mode d'accroissement. La première est l'épiderme; la deuxième, le méristème cortical; pour ces deux régions, les cloisonnements sont uniquement radiaux, sauf une exception dont nous allons parler. La troisième est le méristème vasculaire. Il a la forme d'un croissant ouvert en haut. Les cloisonnements s'y font, au début, dans toutes les directions. Chacune de ces régions fondamentales est en relation directe avec les tissus correspondants, encore très jeunes, de la tige d'où, d'après M. Flot, ils tirent leur origine.

» 2. Le méristème vasculaire en forme de croissant existe toujours : c'est le méristème vasculaire normal de la feuille. Mais chez un grand nombre de pétioles, et spécialement chez ceux dont la face supérieure est dépourvue d'une gouttière longitudinale bien marquée, il existe *un autre méristème vasculaire* qui résulte d'un accroissement radial accompagné d'un cloisonnement tangentiel rapide de l'assise corticale la plus interne (*Æsculus, Acer, Tilia, Fraxinus, Aristotelia, Ficus, Clematis*, etc., etc.). Ce méristème additionnel remplit la gouttière formée par le méristème vasculaire normal. Il ne se développe en effet que du côté de la face supérieure. Partout ailleurs l'écorce conserve son accroissement primitif uniquement tangentiel. Il n'est pas douteux que ce soit l'écorce qui donne naissance à ce méristème vasculaire, car presque toujours les séries engendrées viennent jusqu'au contact de l'épiderme, à moins toutefois d'admettre que l'écorce manque entièrement de ce côté, le méristème vasculaire arrivant directement au contact de l'épiderme. Dans cette hypothèse, la règle générale établie par M. Bonnier serait encore respectée. Cette hypothèse intéressante, de l'absence de toute écorce à la face supérieure du pétiole, serait grosse de conséquences au point de vue des rapports et des homologies de la feuille avec la tige. Je ne me sens pas l'autorité nécessaire pour la discuter actuellement.

» 3. Le méristème surnuméraire, que je considère comme cortical, se développe de très bonne heure, en même temps que le méristème vasculaire normal, mais d'une autre manière. Au lieu que l'accroissement et les cloisonnements se fassent dans toutes les directions, l'accroissement y est essentiellement parallèle; toutes les cellules y prennent part, elles prennent à mesure des cloisons tangentielles. Il s'engendre ainsi des séries verticales de cellules formant un massif demi-cylindrique qui remplit la concavité de l'arc de méristème vasculaire normal, et rend le pétiole plus ou moins arrondi.

» 4. Le méristème surnuméraire évolue dans la suite de deux manières différentes:

» *a*. Il donne naissance à du parenchyme plus ou moins collenchymateux et alors

le système vasculaire de la feuille est en arc ouvert (*Chrysanthemum*, *Camellia*, *Senebiera coronopus*, *Raphanus*, *Brassica*, *Crambe*, etc.).

» *b*. Il donne naissance à des formations vasculaires contiguës ou non; dans le cas extrême, la contiguïté donne une bande qui forme l'arc inférieur en un anneau complet (*Fraxinus*, *Rhus*, *Carpinus*, *Campanula alata*, etc.).

» 5. Quand il y a formations vasculaires, dans l'un ou l'autre méristème, ces formations sont toujours annoncées par l'apparition de *plages de procambium*; dans ces endroits le cloisonnement diminue dans le sens longitudinal et augmente dons le sens transversal, de sorte qu'il engendre des éléments étroits et allongés.

» 6. Les premiers faisceaux de procambium sont toujours les inférieurs appartenant au méristème vasculaire proprement dit. Les faisceaux du méristème cortical sont toujours plus tardifs. *La structure bilatérale de la feuille existe donc toujours à un moment donné, à n'importe quel niveau*, même lorsque plus tard cette structure sera devenue d'apparence tout à fait symétrique par rapport à un axe, comme la chose est assez fréquente. Cette observation est une confirmation directe des principes si magistralement établis, il y a longtemps déjà, par M. Van Tieghem, sur la symétrie de structure des organes. Cette structure bilatérale s'aperçoit bien plus nettement et plus longtemps si l'on examine une feuille un peu plus âgée. On voit alors que la différenciation en bois et en liber, donnant les faisceaux libéro-ligneux, apparaît tout d'abord dans les cordons de procambium de l'arc inférieur. Ce n'est que notablement plus tard que la même différenciation peut apparaître dans les autres cordons de procambium. De telle sorte que l'on peut avoir, pendant une période relativement longue, des faisceaux libéro-ligneux disposés en arc ouvert même dans les pétioles qui plus tard posséderont un cercle complet identique en apparence à celui d'une tige (*Aralia*, *Æsculus*, *Pavia*, *Fraxinus*, *Acer*, *Quercus*, *Juglans*, *Ficus*, *Campanula alata*, *Carpinus*, *Cornus*, etc.).

» 7. Quant à cette différenciation elle-même, elle paraît s'opérer suivant les règles établies par M. G. Bonnier, à partir de pôles libériens et de pôles ligneux.

» *Conclusions*. — 1° On peut distinguer dans la plupart des feuilles deux méristèmes qui sont différents par l'origine, par le mode de développement et par l'époque de la différenciation.

» 2° Le premier méristème, le seul constant et normal, est disposé en arc à concavité tournée vers le haut. La différenciation en cordons de procambium, puis en faisceaux libéro-ligneux, s'y effectue toujours, et souvent exclusivement; en tous cas, toujours avant celle de l'autre méristème. La structure bilatérale de la feuille est donc primitive et fondamentale.

» 3° Le deuxième méristème est cortical, à moins que l'on n'admette que l'écorce manque à la face supérieure du pétiole. L'accroissement de ce méristème se fait dans une seule direction et engendre des files sériées verticales, tandis qu'il est irrégulier dans le premier méristème.

» 4° La différenciation libéro-ligneuse de ce deuxième méristème n'est jamais générale; elle manque à la base et vers le sommet de la feuille. Elle

peut manquer complètement chez un grand nombre de feuilles. Quand elle se produit elle engendre souvent une plage de fermeture qui transforme l'arc libéro-ligneux en un cercle fermé ressemblant à celui d'une tige. »

BOTANIQUE. — *Nouvelles observations sur le* Tanghin du Ménabé (*Menabea venenata* Baill.) *et sur sa racine toxique et médicamenteuse.* Note de M. Edouard Heckel, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une précédente Communication faite à l'Académie dans la même séance que celle de M. Perrot sur le même sujet ([1]) et dont l'insertion a été retardée par des circonstances indépendantes de ma volonté, j'ai fait connaître la place que doit occuper le *Menabea venenata* Baillon, dans la famille des Asclépiadées, et cela après examen approfondi des organes floraux. J'ai démontré, et le savant monographe des Asclépiadées de Berlin, le professeur Schumann, a confirmé ma manière de voir, que, contrairement aux affirmations de Baillon, rééditées par M. Perrot, les étamines de *Menabea* ne sont pas celles d'une Périplocée, mais bien d'une Cynanchée, à cause de l'état du pollen en masses et *non en tétrades*. M. Perrot a confirmé ainsi, et dans des termes qui n'ont pas été employés par Baillon, une erreur dont la répercussion sur la situation du genre dans la famille est considérable.

» J'ai montré, en outre, et en opposition avec les mêmes affirmations, que ces étamines ne sont pas cohérentes avec la tête stigmatique fongiforme des carpelles; et de ces deux faits, joints à la présence et à la manière d'être de la couronne, s'est dégagé le grand intérêt que présente ce genre *Menabea*, en tant que formant le passage des Apocynées aux Asclépiadées, manière de voir partagée par M. le professeur Schumann de Berlin.

» L'absence de *translatoria* et de cohésion entre les étamines et les stigmates ([2]) est un caractère d'Apocynées, la présence de pollinies dans les anthères un caractère dominant d'Asclépiadées-Cynanchées. J'ai enfin décrit le fruit et la graine, organes mal connus jusque-là ou observés sur de mauvais échantillons.

([1]) *Sur le* Ksopo *ou* Tanghin du Ménabé (*Comptes rendus*, n° 5, 3 février 1902).

([2]) Ces deux faits importants ont complètement échappé à M. Perrot dans la courte description qu'il donne des organes reproducteurs.

» Il convient maintenant de combler une lacune en donnant la morphologie externe de l'appareil radiculaire et en indiquant quelques emplois médicinaux, non signalés par M. le Dr Lasnet dans la Note de M. Perrot.

» D'après ces derniers auteurs, l'emploi se bornerait à traiter les douleurs syphilitiques. D'après le P. Dursap de Fiaranantsoa, on vend sous le nom de *Kissompo*, sur les marchés de l'Imérina, cette racine à titre de médicament amer, nauséeux, purgatif, tambavin, émétocathartique et antidéperditeur. Les Sakalaves lui reconnaissent ces diverses propriétés. Ils la donnent notamment contre les maladies de l'estomac et le lumbago dans une confection où elle est mêlée, sous forme de potion, à l'*Harongana* (*Haronga Madagascariensis* Choisy), au *Sanatry* (*Cassia lævigata* Wild.) et aux rhizomes de *Curcuma*. Ils donnent également une toute petite prise de racines de *Kissompo* râpées dans un peu d'eau, en potion, contre les maladies du foie, de la rate et contre le tambavy. Tous les voyageurs qui ont séjourné et observé en pays sakalaves reconnaissent à ces racines des propriétés toxiques très accentuées sous un très petit volume.

» *Morphologie externe du système radiculaire.* — Du collet de la tige et sur un axe souterrain très étroit se dégagent en bas et en grand nombre, très rapprochées les unes des autres et formant un faisceau serré et compact, des racines de grosseur et de longueur variables. Leur couleur rouge foncé est celle de la rouille; elles gardent à l'état frais, comme à l'état sec, une odeur particulière qui se confond avec celle du cuir fraîchement tanné ou de la tannée [1]. Elles sont en fuseau, beaucoup plus épaisses à la base, à leur point d'insertion sur l'axe souterrain, qu'à la pointe. Leur plus grande longueur est de 30^{cm} à 35^{cm} et leur plus grande largeur de 1^{cm} à 2^{cm} à la base. Elles présentent très rapidement sur leur écorce des rides longitudinales (avec vallons et crêtes saillantes) dès que la dessiccation commence, et cela sur toute leur étendue. Mais le caractère qui domine, c'est la présence de cordons régnant sur toute leur longueur à peu près, plus ou moins accusés et correspondant aux faisceaux ligneux, au nombre de 4 à 7, qui sont noyés dans le parenchyme blanc, féculent, qui constitue presque toute la racine. La saveur de ces racines est amère et un peu mucilagineuse.

» Ces racines, généralement indivises, peuvent se ramifier sur leur parcours; les racines secondaires sont d'un volume à peu près égal à la racine primitive qui leur a donné naissance et arrête peu après sa croissance.

» Au nombre de trente-cinq à quarante pour un seul pied de *Menabea*, ces racines émettent peu de radicelles filiformes, et, quand le cas se produit, elles s'insèrent surtout vers leur partie attenante à la portion souterraine de la tige. Un fait constant et remarquable que j'ai observé dans le système radiculaire de trois arbrisseaux, c'est

---

(1) Leur odeur spéciale se dégage plus nettement quand on enlève d'un coup d'ongle le suber qui recouvre la racine.

que l'une de ces racines, paraissant continuer la partie souterraine de la tige, prend un plus gros développement en épaisseur et en longueur que toutes les autres. Elle est alors uniformément formée de quatre cordons fibreux très développés : la coupe forme un quadrilatère à angles mousses. Le poids de ces racines pour chaque pied de *Menabea*, après faible dessiccation, est de 300^g à 400^g.

» Il m'a paru nécessaire, à cause de la rareté et de l'importance de cette plante toxique, d'entrer dans quelques détails précis sur la forme de ces racines qui constituent tout à la fois un poison redoutable (poison d'épreuve des Sakalaves) et un médicament pour les indigènes de Madagascar.

» Des recherches chimiques en cours d'exécution nous éclaireront bientôt sur les principes actifs de cette racine et sur leur action physiologique. »

OPTIQUE. — *Sur les propriétés des franges de réflexion des lames argentées.* Note de M. MAURICE HAMY, présentée par M. Lœwy.

« Les franges dont il est question, dans la présente Communication, sont obtenues au moyen de dispositifs déjà décrits dans des travaux antérieurs.

» On considère un système optique composé de deux surfaces vitreuses très planes M et N [1], pouvant être rendues rigoureusement parallèles, au moyen de réglages spéciaux. L'une, M, est argentée à fond ; l'autre, N, disposée à la distance e de la première, est recouverte d'une faible argenture et appartient à une lentille convergente, de foyer F (celui qui se trouve du côté de la face sphérique) et de longueur focale f.

» Ce système permet d'obtenir des franges de deux catégories : les unes non localisées, les autres localisées dans le plan focal de la lentille. Les premières s'obtiennent en inclinant légèrement l'une sur l'autre les surfaces réfléchissantes, et en faisant passer la lumière incidente à travers un demi-cercle décrit, dans le plan focal, autour du point F, avec un rayon inférieur à celui de la pupille; elles s'observent sans oculaire, en plaçant l'œil en face d'un second demi-cercle composant avec le premier un cercle entier [2].

» Les franges de la seconde catégorie s'obtiennent en amenant les surfaces réfléchissantes au parallélisme parfait et en envoyant la lumière sur le système, au moyen d'un prisme à réflexion totale dont l'arête réflé-

---

(1) Les surfaces ont été travaillées avec une rare perfection dans les ateliers de M. Jobin.

(2) Il est avantageux, dans certains cas, de remplacer le plan N par une surface sphérique, de très grand rayon, pour obtenir ces franges.

chissante passe par le foyer F. Lorsqu'on prend soin d'éclairer, en entier, les faces de l'angle droit de ce prisme, on observe des franges, localisées dans le plan focal de la lentille, visibles dans l'image du prisme fournie par autocollimation. Ces franges affectent la forme d'arcs de cercles ayant le point F pour centre.

» La visibilité des franges de la première catégorie dépend des pouvoirs réflecteurs des surfaces, de l'homogénéité de la source monochromatique et, en outre, de la valeur du produit $p = \frac{e}{\lambda}\frac{R^2}{f^2}$ (λ longueur d'onde). Elle est d'autant plus parfaite que p est plus voisin de zéro. Lorsque p prend la valeur 1, les franges s'évanouissent complètement. Elles reparaissent pour $p > 1$, disparaissent à nouveau pour $p = 2$, puis reparaissent pour disparaître pour $p = 3$ et ainsi de suite. Du reste, la visibilité de ces systèmes de franges est d'autant moindre que leur numéro d'ordre d'apparition s'élève davantage. Ces propriétés, qui appartiennent aux franges résultant de la superposition de deux faisceaux uniques [1], ne sont donc pas modifiées par l'effet des réflexions multiples, bien que ces réflexions exercent, par ailleurs, une influence considérable sur les phénomènes que nous considérons, comme on le verra plus loin. L'éclat des franges est proportionnel à l'éclat intrinsèque de la source et à R^2; il est indépendant de f. Grâce à cette circonstance, il est possible, en prenant f assez grand, de faire en sorte que p soit petit, même en donnant à R une valeur voisine du rayon de la pupille, et à e des valeurs de l'ordre de grandeur de 10^{cm}. Aussi ces franges, qui sont très brillantes et d'un emploi très commode, peuvent-elles pratiquement être observées avec des différences de marche énormes, sans disparaître.

» La visibilité des franges de la seconde catégorie ne dépend que du pouvoir réflecteur de la surface N et de l'homogénéité de la source.

» En général, les franges de l'une et l'autre catégorie sont dissymétriques, c'est-à-dire que la variation de l'intensité lumineuse de part et d'autre des minima ou des maxima est dissymétrique.

» Pour qu'il y ait symétrie, il faut que l'argenture du plan N soit convenable. On constate, au surplus, quand on cherche à réaliser une semblable argenture, qu'il existe plusieurs classes de franges symétriques, jouissant des propriétés que nous allons dire.

» Lorsque l'argenture de la face N possède un faible pouvoir réflecteur, les franges ressemblent beaucoup, à l'éclat près, à celles que l'on obtient

---

(1) Michelson, Fabry.

avec des surfaces vitreuses. Toutefois, elles se distinguent de celles-là par la faculté qu'elles possèdent de se décomposer en plusieurs systèmes, pour des différences de marche convenables, si la lumière incidente contient deux radiations voisines. Cette qualité est, du reste, incomparablement plus accusée dans les franges dont nous parlons ci-dessous, qui jouissent de propriétés séparatrices tout à fait analogues à celles des franges de MM. Pérot et Fabry.

» Lorsque le pouvoir réflecteur de l'argenture de la face N est voisin de 0,5 les franges prennent un caractère particulier : les minima deviennent très larges, les maxima se rétrécissent et leur largeur atteint à peine le $\frac{1}{8}$ de celle des minima.

» Lorsque le pouvoir réflecteur de la face N est voisin de 0,8 le phénomène est tout différent. Les maxima sont complètement étalés et les minima sont des lignes sombres, presque sans épaisseur, d'aspect tout à fait comparable à celui des raies sombres du spectre solaire fournies par un réseau de Rowland.

» Lorsque le pouvoir réflecteur est peu éloigné de 0,7 les franges sont dissymétriques; on obtient à la fois des maxima et des minima déliés, presque en contact d'un côté et séparés de l'autre par une bande dégradée.

» Ces propriétés sont communes aux deux catégories de franges; cependant, lorsque la différence de marche augmente, la finesse des franges de la première catégorie se modifie assez rapidement, tandis qu'elle persiste pour les franges de la seconde, tant que le défaut d'homogénéité de la source lumineuse ne se fait pas sentir.

» La théorie explique, dans leurs moindres détails, les propriétés si variées de ces franges. Les pertes de phase par réfraction à travers la couche d'argenture déposée sur le plan N et par réflexion sur les faces de cette couche, jointes à la considération des réflexions multiples qui se produisent entre les deux surfaces M et N, jouent, dans les raisonnements, un rôle essentiel.

» Les maxima et minima des franges symétriques de la première catégorie, observés à leur rencontre avec l'axe principal de la lentille, lorsque l'on écarte graduellement les surfaces réfléchissantes, se succèdent d'après une loi donnée par la formule

$$2e + k = m\frac{\lambda}{2}\left(1 + \frac{R^2}{4f^2}\right),$$

k étant une constante et m un entier d'une certaine parité pour les maxima

et de l'autre parité pour les minima. La loi est la même pour les franges dissymétriques, sauf dans le cas des grandes différences de marche.

» La loi de succession des franges de la seconde catégorie résulte de l'équation

$$2e + k = m\frac{\lambda}{2} + (-1)^m \alpha,$$

k et α étant des constantes et m un entier. Ces franges sont symétriques lorsque l'argenture de la face N est telle que α soit nul.

» Le dispositif décrit ci-dessus étant conçu de manière à éviter les pertes de lumière, toutes ces franges sont fort brillantes. Elles se prêtent notamment, grâce à cette qualité, à l'étude et à la séparation des radiations, même de peu d'intensité. »

M. **Pozzi-Escot** adresse une Note « Sur les hydrogénases du sang et la propriété catalytique de la fibrine ».

M. **P.-W. Stuart-Menteath** adresse une Note « Sur l'origine du *flysch* des Pyrénées ».

M. **E. Berrubé** adresse une Note relative à un « plano-aérostat » et demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 14 novembre 1887, et relatif à la direction des aérostats.

La Note et le contenu du pli cacheté sont renvoyés à la Commission des Aérostats.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 février 1902.

Séance publique annuelle de la Société nationale d'Agriculture de France, tenue le mercredi 11 décembre 1901, sous la présidence de M. Chauveau. Paris, 1901; 1 fasc. in-8°.

Notes de Géométrie, par M. Edmond Bordage. Saint-Denis (Réunion), 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Sept Opuscules sur le *Bioscope* et la *Bioscopie*, par le Dr Collongues. Vichy, 1901; 5 fasc. in-8° et 2 fasc. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction présidé par M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut; t. X, n° 1. 31 janvier 1902. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 fasc. in-4°.

Annuaire de la Société météorologique de France, publié sous la direction de M. Th. Moureaux; 50e année, janvier 1902. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Comptes rendus mensuels des réunions de la Société de l'Industrie minérale; janvier 1902 : *District de Paris*. Saint-Étienne, J. Thomas et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction de M. E. Collignon; 101e année, t. CII, n° 1, 31 janvier 1902. Paris; 1 fasc. in-4°.

Die astronomischen Instrumente von Peking, von Dr F. Deichmuller, mit 3 Tafeln. Bonn, Carl Georgi, 1902; 1 fasc. in-8°.

Neue Methode zur Helligkeitsmessung der Kometen und Nebelflecken, von Prof. Dr Deichmuller. (Extr. des *Sitzungsberichten der Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn*, 13 mai 1901.)

I grandi errori del mondo medico..., descritti per Gaetano Rossetti; libro II. Turin, s. d.; 1 vol. in-8°.

Geological Survey of Canada. Director : G.-M. Dawson. *General index to the reports of progress*, 1863 *to* 1884, compiled by D.-B. Dowling. Ottawa, 1900; 1 vol. in-8°.

Report of the meteorological Council, for the year ending 31st *of march* 1901, to the President and Council of the Royal Society. Londres, 1901; 1 fasc. in-8°.

Annuario della R. Accademia dei Lincei 1902. Rome; 1 fasc. in-16.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura dei prof. P. Tacchini ed A. Ricco; vol. XXXI, dispa 1. Catane, 1902; 1 fasc. in-4°.

Memoirs of the geological Survey of India; vol. XXX, parts 3, 4; vol. XXXI, parts 2, 3; vol. XXXII, part 1; vol. XXXIV, part 1. Calcutta; 6 fasc. gr. in-8°.

The astrophysical Journal and international Review of Spectroscopy and astronomical Physics, edited by GEORGE-E. HALE and EDWIN-B. FROST; vol. XV, number 1, january 1902. Chicago; 1 fasc. in-8°.

Anales de la Sociedad cientifica argentina. Director : Senor FELIN-F. OUTES. Buenos-Ayres, 1902. 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 FÉVRIER 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transcendantes méromorphes définies par les équations différentielles du second ordre.* Note de M. **Paul Painlevé**.

« Je voudrais préciser, dans cette Note, quelques propriétés (dans le domaine du point $x = \infty$) des fonctions méromorphes nouvelles définies par une des équations

(1) $$y'' = 6y^2 + x,$$

(2) $$y'' = 2y^3 + xy + \alpha,$$

(3) $$\begin{cases} y'' = \dfrac{y'^2}{y} + e^x(\alpha y^2 + \beta) + e^{2x}\left(\gamma y^3 + \dfrac{\delta}{y}\right) \\ (\alpha, \beta, \gamma, \delta \text{ constantes numériques}). \end{cases}$$

» Considérons d'abord les transcendantes définies par l'équation (1), équation qui est une réduite de l'équation plus générale

(4) $$y'' = 6y^2 + \alpha x + \beta \qquad (\alpha \neq 0),$$

par la transformation

$$y = Y\alpha^{-\frac{2}{5}}, \qquad x = \alpha^{\frac{1}{5}}X + \beta\alpha^{-\frac{4}{5}}.$$

» Une intégrale quelconque $y(x)$ de l'équation (1) peut être mise sous la forme

(5) $$y = C + \sum_{n=1}^{n=\infty}\left(\frac{1}{(x-a_n)^2} - \frac{1}{a_n^2}\right) \qquad \text{(C constante)};$$

la série qui figure dans le second membre est absolument convergente (¹),

---

(¹) Si $a_n = 0$, on remplace par zéro le terme $\frac{1}{a_n^2}$.

et les a_n jouissent de la propriété que la distance minima entre a_n et un autre pôle quelconque a_i est supérieure à $\frac{h}{\rho^{\frac{1}{4}}}$, ρ désignant le module de a_n et h une quantité positive invariable. (Voir *Comptes rendus*, janvier 1902.) Il suit de là que $|a_n|$ croît plus rapidement que $Kn^{\frac{2}{5}}$ (K quantité positive invariable).

» Ceci posé, formons une série

$$(6) \qquad z(x) = C + \sum \left[\frac{1}{(x - a_n)^2} - \frac{1}{a_n^2} \right],$$

où les a_n sont des quantités quelconques, *assujetties à la seule condition que tous les produits* $(a_n - a_i) \times a_n^{\frac{1}{4}}$ *aient un module supérieur à une quantité finie.* La série (6) représente une fonction $z(x)$ méromorphe dans tout le plan, et il est facile d'établir que, sur une infinité de cercles, soit C_q, de plus en plus grands, $\left|\frac{z(x)}{x}\right|$ est moindre que ε, ε désignant une quantité positive prise d'avance aussi petite qu'on veut.

» La dérivée seconde de $z(x)$ sera représentée par la série

$$z''(x) = \sum \frac{6}{(x - a_n)^4},$$

et il est encore aisé de voir que (les a_n satisfaisant à la restriction indiquée) la somme d'une telle série est moindre en module que $\varepsilon |x^2|$, sur une infinité de cercles C_q coïncidant avec les précédents.

» Cherchons maintenant à déterminer les a_n, de façon que $z(x)$ vérifie l'équation (1).

» La série (6) convergeant absolument, on a

$$(7) \qquad \left\{ \begin{array}{l} z^2 = \dfrac{1}{(x - a_n)^4} + \dfrac{2A_n}{(x - a_n)^2} + \dfrac{4B_n}{x - a_n} + \varphi(x), \\ \qquad [\varphi(x) \text{ holomorphe pour } x = a_n], \end{array} \right.$$

avec

$$\left. \begin{array}{l} A_n = C - \dfrac{1}{a_n^2} + \displaystyle\sum_i \left[\frac{1}{(a_i - a_n)^2} - \frac{1}{a_i^2} \right] \\ B_n = \displaystyle\sum \frac{1}{(a_i - a_n)^3} \end{array} \right\} \qquad \begin{array}{l} (i = 1, 2, \ldots, \infty), \\ i \neq n. \end{array}$$

» Il faut d'abord que tous les A_n, B_n soient nuls. Ces conditions rem-

plies, la différence $z'' - 6z^2$ est une fonction holomorphe de x qui, sur une infinité de cercles (croissant indéfiniment), est moindre en module que $\varepsilon|x^2|$; on en conclut aussitôt que c'est *une fonction linéaire de x*.

» Autrement dit, *toute fonction $z(x)$ représentée par une série* (6), *où les a_n satisfont à la restriction*

$$(8)\quad |a_n - a_i| > \frac{h}{|a_n|^{\frac{1}{4}}} \qquad (h \text{ quantité positive arbitrairement choisie})$$

et aux égalités

$$(9)\qquad \frac{1}{a_n^2} + \sum_i \left[\frac{1}{(a_i - a_n)^2} - \frac{1}{a_i^2}\right] = \mathrm{C}, \qquad \sum_i \frac{1}{(a_i - a_n)^3} = 0$$
$$(i = 1, 2, \ldots, \infty;\ n = 1, 2, \ldots, \infty;\ i \neq n),$$

vérifie une équation différentielle de la forme

$$(10)\qquad z'' = 6z^2 + \alpha x + \beta \qquad (\alpha, \beta \text{ constantes numériques}).$$

» Inversement, toute solution $z(x)$ de l'équation (10) est représentable par une série de l'espèce (6) où les a_n satisfont à la restriction (8) et aux conditions (9). Il suit de là que *ces égalités* (9), *égalités en nombre infini portant sur une infinité d'inconnues a_n, admettent comme solutions une infinité de systèmes $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$ dépendant de quatre constantes arbitraires* [*du moment que les a_n satisfont à la restriction* (8)]. D'une façon plus précise encore, toutes les solutions du système infini (9) sont de la forme

$$a_1 = \lambda\varphi_1(\gamma, \delta) + \mu\psi_1(\gamma, \delta), \quad \ldots, \quad a_n = \lambda\varphi_n(\gamma, \delta) + \mu\psi_n(\gamma, \delta), \quad \ldots,$$

$\lambda, \mu, \gamma, \delta$ désignant des constantes arbitraires, et les φ, ψ des fonctions analytiques de γ, δ.

» L'intégration de l'équation (10) sous la forme (6) équivaut en somme à la résolution du système infini de relations (9), problème dont on aperçoit immédiatement l'analogie avec le problème, plus simple et si important, de la résolution d'une infinité d'équations *linéaires* à une infinité d'inconnues ([1]). Il y a là un mode de recherches très intéressant et très

---

([1]) On connaît les beaux travaux de M. Poincaré sur les déterminants infinis et les recherches ultérieures si remarquables de M. von Koch. Dans un problème d'interpolation, Stieltjes a rencontré aussi un système infini d'équations à une infinité d'incon-

nouveau, où les considérations suivantes peuvent peut-être servir de guides.

» Imposons aux fonctions $z(x)$ la condition de vérifier l'équation (10), *où* α, β *sont donnés.* Il suffit d'ajouter aux conditions (9) les deux égalités

$$(11) \qquad \begin{cases} \sum \frac{1}{a_n^4} = C^2 + \frac{\beta}{6}, \\ \sum \frac{1}{a_n^5} = C \sum \frac{1}{a_n^3} - \frac{\alpha}{24}. \end{cases}$$

» *Si l'on fait* $\alpha = 0$, $z(x)$ est une fonction doublement périodique de x, et le système infini (9), (11) admet comme solutions le système

$$(12) \quad a_1 = 2\omega_1, \qquad a_2 = 2\omega_2 \qquad \ldots, \qquad a_n = 2p_n\omega_1 + 2q_n\omega_2, \qquad \ldots.$$

$$\begin{pmatrix} \omega_1,\ \omega_2 \text{ arbitraires quelconques,} \\ p_n,\ q_n \text{ entiers quelconques.} \end{pmatrix}$$

» Pour α voisin de zéro, les premiers a_n différeront peu des valeurs précédentes. Il serait naturel d'étudier les a_n comme fonctions analytiques de α, α partant de zéro.

» Des résultats entièrement analogues s'appliquent à l'équation (2). Toute intégrale $y(x)$ de l'équation (2) est une fonction méromorphe qui n'admet que des pôles simples de résidus $+1$ et -1. *Sur un cercle pris au hasard, le module de* $y(x)$ *est de l'ordre de* $\sqrt{x}$: d'une façon précise, si r désigne $|x|$, les points du plan pour lesquels $y(x)$ n'est pas compris entre $r^{\frac{1}{2}} \log r$ et $\frac{r^{\frac{1}{2}}}{\log r}$ forment des *taches* exceptionnelles, de diamètre maximum indéfiniment décroissant $\left(\textit{de l'ordre de } \frac{1}{r^{\frac{1}{3}}}\right)$; la différence avec l'équation (1), c'est que les taches [pour l'équation (2)] sont *plus petites et plus pressées* $\left[\text{le diamètre maximum des taches est de l'ordre de } \frac{1}{r^{\frac{1}{4}}} \text{ pour l'équation (1)}\right]$. La fonction y^2 est la dérivée logarithmique seconde d'une fonction entière de genre 3, conformément au résultat de M. P. Boutroux;

---

nues. M. Borel a mis le premier en évidence cette circonstance bien frappante que ce système n'est déterminé que si les inconnues satisfont à certaines inégalités analogues aux restrictions (8).

d'une façon plus élégante, $y(x)$ se laisse mettre sous la forme ([1])

$$y = \frac{u'_1}{u_1} - \frac{u'_2}{u_2},$$

u_1, u_2 étant les fonctions entières de genre 3 et d'ordre 3.

» Quant aux transcendantes définies par l'équation (3), elles s'expriment à l'aide de fonctions entières de *genre infini*. La méthode que j'emploie montre aussitôt que ces fonctions entières sont moindres en module que $e^{e^{e^{hx}}}$ (h fini). Ce n'est là d'ailleurs qu'une première approximation, que la méthode permet de perfectionner indéfiniment pour chacun des types distincts que renferme l'équation (3). Mais je n'ai pas achevé encore la discussion de ces divers types. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'origine des formations stoloniales chez les Vers annelés;* par M. **Edmond Perrier**.

« La Note très intéressante publiée dans ce Recueil le 17 février par M. G. Pruvost, *Sur l'évolution des formations stoloniales chez les Syllidiens*, appelle quelques remarques indispensables dans l'intérêt de la méthode zoologique :

» 1° M. Pruvost considère, comme le phénomène primitif de la stolonisation chez les Syllidiens, les phénomènes dits d'*épigamie* ou d'*épitoquie* que l'on observe aussi chez divers Néréidiens et Hésioniens, quelques Phyllodociens, un petit nombre d'Euniciens, de Cirratuliens et de Spionidiens. L'épigamie serait liée elle-même au développement des organes génitaux et ne se produirait que sur les segments génitaux.

» A cette manière de voir il faut objecter que les Vers annelés d'eau douce de l'ordre des Naïdomorphes présentent tous des phénomènes de stolonisation dont le parallélisme, tant au point de vue du résultat que de la variété des procédés, avec ceux qu'on observe chez les Syllidiens, est tellement frappant qu'on n'en peut disjoindre l'explication. Or, il n'y a chez les Naïdomorphes, au moins aussi primitifs en organisation que les Syllidiens, aucun phénomène d'épigamie.

» Il y a plus : la stolonisation ne se produit chez ces animaux que pendant le temps où l'animal est asexué; ainsi que je l'ai montré déjà en 1870 pour

---

([1]) Voir les *Acta mathematica*, t. XXV, p. 15.

les *Dero* (1) et même chez les *Nais*, dans les conditions qui la favorisent, ainsi que l'a observé M. Maupas, les organes génitaux ne se développent pas; l'animal demeure asexué.

» La stolonisation est donc ici tout à fait indépendante de l'épigamie, tout à fait indépendante de la reproduction sexuée et en est même l'antagoniste. Il est de la dernière évidence chez les *Dero* que la division de l'animal est simplement le résultat de l'élongation du corps produite par le bourgeonnement postérieur qui augmente sans cesse le nombre des segments (2) et augmente sans cesse, en même temps, la fragilité du corps.

» *Comme le bourgeonnement postérieur, au contact du telson, est le phénomène fondamental de l'accroissement du corps chez tous les animaux segmentés et le phénomène fondamental de sa formation chez tous leurs embryons, il est évident que c'est bien là le phénomène primitif* (3). Chez les Syllidiens comme chez les Naïdomorphes, il produit les mêmes résultats.

» Par tachygenèse, le développement des organes génitaux se superpose chez les Syllidiens à la stolonisation et, comme d'habitude, les individus reproducteurs diffèrent des individus agames. Dans les formes inférieures, à corps grêle et allongé, à segments indépendants, ces individus se séparent facilement; quand le corps s'épaissit ou se raccourcit, la solidarité des segments devient naturellement plus grande, la séparation n'a plus lieu. La scissiparité et la gemmiparité disparaissent alors aussi bien chez les Vers annelés des eaux douces que chez ceux de la mer; elles sont encore rappelées dans les familles d'Annélides citées plus haut par l'épigamie, qui est ainsi, non un phénomène *initial*, mais un phénomène *terminal*.

» D'ailleurs le phénomène qu'aurait produit d'abord l'épigamie serait non la stolonisation, mais la division du corps en deux parties; or chez les Polychètes mêmes ce phénomène se produit sans trace d'épigamie chez les *Ctenodrilus*, plus simples encore que les *Syllis*, les *Protula*, les *Salmacina*, les *Filograna*, et il n'est vraiment pas nécessaire de passer par ce détour pour expliquer la scissiparité chez des animaux dont le corps peut se briser au moindre contact, comme on le voit chez les *Lumbriculus*.

---

(1) *Archives de Zoologie expérimentale*, 2e série, t. I, 1870-1872.

(2) H.-S. Brode, qui a étudié en 1898 la *Dero vaga* américaine comme j'ai étudié la *Dero obtura* en 1870, dit à ce sujet : « Les faits qui viennent d'être exposés ont une très grande importance comme argument en faveur de la théorie coloniale de l'origine du métamérisme. » (*Journal of Morphology*, vol. XIV.)

(3) Voir Bohn, *Sur la locomotion des Vers annelés* (*Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle*, 1901, n° 8, p. 404).

» 2° Suivant M. Pruvost, « le fait d'observer chez un même genre » l'apparition, le développement, la régression et la reproduction stolo- » niale, la multiplicité des formes qu'elle y revêt et le retour, qui n'est » pas très rare, à la reproduction directe même chez des espèces qui sont » normalement stolonifères, telles que *S. variegata* et *prolifera*, donnent » à penser que la reproduction stoloniale est une acquisition de date » récente et qui n'a pas encore été fixée par un long usage ».

» L'idée que les plus simples des Vers annelés, que tout porte à considérer comme les plus anciens et l'origine des autres, auraient attendu jusqu'à une époque récente pour adopter un mode de reproduction auquel devait cependant les conduire fatalement la façon même dont leur corps se constitue, sera, je pense, difficilement acceptée. L'argument invoqué pour l'étayer aurait dû d'ailleurs conduire à une conclusion exactement contraire. Tous les botanistes savent, en particulier, que les plantes où l'on observe cette instabilité des modes de reproduction qui étonne M. Pruvost chez les Syllidiens sont justement les Thallophytes, les plus anciennes de toutes, les génératrices de toutes, et que celles chez qui les modes de reproduction se fixent d'une manière définitive, s'arrêtant finalement à un seul, sont justement les plus récentes.

» Je ne crois pas que l'histoire du règne animal tout entier conduise à une autre conclusion. La variété des modes de reproduction des Syllidiens comme des Naïdomorphes implique donc, contrairement à ce que conclut M. Pruvost, un état primitif et non un état récent. C'est-à-dire qu'en tenant compte, et l'on ne peut faire autrement, de ce que l'on constate chez les Naïdomorphes et les Annélides polychètes, scissipares, stolonifères ou hétérogames, on arrive, de toute nécessité, à sérier les phénomènes dans un ordre exactement inverse de celui que propose M. Pruvost.

» 3° M. Pruvost résume, dans une suite de lois en quelque sorte géométriques, ses observations sur l'activité du bourgeonnement. Les faits se réduisent à ceci : chez les Syllidiens en voie de stolonisation, l'individu antérieur produit en général une queue qui pend au-dessous de la tête de l'individu postérieur. Cette queue régénérée croît d'autant plus rapidement qu'elle se produit plus en arrière, et la tête avec laquelle elle est en contact s'arrête de plus en plus tôt dans son développement. Dans une Note actuellement à l'impression dans les *Annales des Sciences naturelles*, il fait remarquer avec raison que le mode de reproduction de la queue qu'il a observé chez le *Trypanonyllis* est identique au mode de

cicatrisation des Annélides qui ont éprouvé quelque déchirure ventrale. La région postérieure étant chez tous les Vers annelés la région de prolifération, il est tout naturel que cette queue supplémentaire, qu'elle soit accidentelle ou normale, pousse d'autant plus vite qu'elle est située plus loin en arrière. Sa croissance rapide arrête dès lors celle de la tête qui la suit, suivant la loi du *balancement des organes* de Geoffroy Saint-Hilaire.

» Cela est si bien une question de position que, lorsque le stolon est formé tout entier par gemmation, à l'extrémité postérieure du corps en avant du telson, comme chez les *Myrianida*, toutes les queues se développant également vite, le degré de développement des têtes est uniquement réglé par leur âge; contrairement à ce qui a lieu chez les espèces de M. Pruvost, elles sont d'autant plus développées qu'elles sont situées plus en arrière sur un même stolon et arrivent toutes, chacune à son tour, au même degré de complication. La formule de M. Pruvost cesse donc d'être applicable à des faits que prévoit la théorie générale de la formation du corps des Annelés par bourgeonnement postérieur, telle que je l'ai exposée en 1881 dans mon Livre : *Les colonies animales*, et développée dans mon *Traité de Zoologie* (p. 1617 et suivantes).

» L'idée anthropomorphique que les organismes segmentés sont des unités qui se sont ensuite recoupées en segments pour on ne sait quelle nécessité physiologique, pouvait suffire aux anciens zoologistes; elle se montre aujourd'hui tout à fait inféconde; elle est d'ailleurs contraire à tout ce que montre le mode de développement si constant des organismes segmentés. C'est elle qui rend si incertaines, si instables et souvent si obscures les idées des zoologistes sur la morphologie des Vers annelés. C'est elle évidemment qui a conduit M. Pruvost à rechercher dans l'épigamie, phénomène exceptionnel, les causes des phénomènes de dissociation du corps si répandus tout à fait en dehors de son influence. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'impossibilité de certains régimes permanents au sein des fluides visqueux.* Note de M. P. Duhem.

« Nous avons montré, dans une Note précédente (¹), que certains régimes permanents ne peuvent être réalisés au sein d'un fluide visqueux si ce

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 3 février 1902, p. 265.

fluide adhère aux parois solides. On pourrait être tenté d'en conclure simplement que, lorsque de tels régimes permanents se produisent, le fluide n'adhère pas au solide. Cette interprétation n'est plus de mise dans les cas que nous allons citer.

» Considérons un liquide incompressible et de température uniforme qui coule par filets parallèles au sein d'un tuyau cylindrique indéfini dont les génératrices sont parallèles à l'axe des z. Supposons le régime permanent établi. Gardons enfin les notations de nos précédentes Notes.

» On sait, depuis Navier, que Λ est fonction linéaire de z; en prenant l'axe des z dans le sens où Λ croît, on peut écrire

$$\frac{\rho}{\mu}\frac{\Lambda_1 - \Lambda_0}{z_1 - z_0} = K^2. \tag{1}$$

On sait également que la vitesse w vérifie l'équation

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = K^2. \tag{2}$$

Si, le long des parois, le fluide glisse sur le solide, on a, sur ces parois,

$$\mu \frac{\partial w}{\partial n_i} = -fw - \mathfrak{G}. \tag{3}$$

La détermination de w par les conditions (2) et (3) se ramène aisément à un problème que permettent de traiter les méthodes de M. H. Poincaré et de M. Zaremba.

» Si le tuyau a pour section un cercle de rayon R et si r est la distance d'un point à l'axe du tuyau, on trouve

$$w = -\frac{K^2}{4}(R^2 - r^2) + \frac{K^2 \mu R}{2f} - \frac{\mathfrak{G}}{f}. \tag{4}$$

En faisant dans cette formule $\mathfrak{G} = 0$, on retrouve le résultat donné par Navier.

» Mais, pour que le liquide puisse glisser sur la paroi solide, il faut que l'on ait, en tout point de cette paroi, $-p_z > |-\mathfrak{G}$, condition qui devient

$$K^2 \mu R > -2\mathfrak{G}. \tag{5}$$

Si $\mathfrak{G}$ n'est pas nul, on peut disposer de K^2 de telle façon que cette inégalité (5) ne soit plus vérifiée. On est alors obligé d'admettre que le liquide

adhère au solide et de remplacer la condition (3) par la condition

$$(6) \qquad w = 0.$$

Les conditions (2) et (6) déterminent w; elles redonnent les lois expérimentalement obtenues par Poiseuille, comme l'ont montré Hagen, Émile Mathieu et M. Boussinesq.

» Mais il ne suffit pas que la condition (6) soit vérifiée en tout point de la paroi solide, il faut encore que le vecteur p_x, p_y, p_z soit normal à cette paroi; cette condition s'exprime par l'égalité

$$\mu \frac{\partial w}{\partial n_i} = 0,$$

qui ne peut être vérifiée si μ et K^2 diffèrent de zéro.

» On rencontre une impossibilité semblable dans l'étude des problèmes suivants :

» *Un liquide est compris entre deux plans parallèles dont l'un est immobile et dont l'autre glisse sur lui-même d'un mouvement uniforme; le liquide, en régime permanent, se meut par filets parallèles à la direction de ce mouvement.*

» *Un liquide est compris entre deux cylindres indéfinis, de révolution autour d'un même axe; chacun de ces deux cylindres est animé d'un mouvement de rotation uniforme; le liquide, en régime permanent, tourne par filets circulaires.*

» Ces impossibilités sont susceptibles de trois interprétations différentes :

» 1° Dans les conditions indiquées, le liquide ne peut atteindre aucun régime permanent; cette explication, bien que peu probable, a été adoptée par M. Stokes dans une semblable conjoncture;

» 2° Le coefficient $\mathfrak{C}$ est nul, en sorte qu'il n'y a jamais adhérence absolue du liquide au solide; il y a seulement quasi-adhérence si f est très grand;

» 3° Les équations du mouvement des liquides visqueux sont contradictoires.

» Si l'Académie le permet, nous tenterons de déterminer celle des trois interprétations qu'il convient d'adopter. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Souillart*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

M. Baillaud obtient . . . . 44 suffrages
M. Gruey » . . . . 8 »

M. **Baillaud**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Intérieur** invite l'Académie à lui présenter une liste de trois de ses Membres, pour une place à attribuer à l'Académie dans le Comité consultatif d'hygiène publique de France, Comité qui doit être reconstitué sur les bases indiquées par la loi du 15 février 1902.

Sur la proposition de la Section de Médecine et Chirurgie, à laquelle a été adjoint M. Brouardel, l'Académie désigne, comme devant être présentés à M. le Ministre, les trois candidats suivants :

MM. **Brouardel**, **Laveran**, **Roux**.

M. **Ch. André**, nommé Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques transformations de Bäcklund.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. É. Picard.

« 1. Soient

$$(1) \quad \begin{cases} x' = X(x, y, p, q), & y' = Y(x, y, p, q), \\ p' = P(x, y, p, q), & q' = Q(x, y, p, q), \end{cases}$$

un système de quatre relations distinctes entre deux éléments de contact

$e(x, y, z, p, q)$ et $e'(x', y', z', p', q')$ de l'espace. Quelles que soient les fonctions X, Y, P, Q, pourvu que le déterminant fonctionnel

$$\frac{D(X, Y, P, Q)}{D(x, y, p, q)}$$

ne soit pas nul identiquement, les formules (1) définissent une transformation de Bäcklund permettant de ramener l'une à l'autre deux équations aux dérivées partielles du second ordre. En écrivant, par exemple, que $p'dx' + q'dy'$ est une différentielle exacte, on est conduit à une équation du second ordre linéaire en r; s, t, $rt - s^2$, et ne renfermant pas z. Mais, quoique la transformation (1) dépende de quatre fonctions arbitraires de x, y, p, q, toute équation de Monge-Ampère ne renfermant pas l'inconnue z ne peut pas être obtenue de cette façon, contrairement à ce qui paraissait *a priori* assez vraisemblable [1]. En cherchant comment on peut caractériser les équations qui jouissent de cette propriété, j'ai été conduit à quelques résultats relativement simples, que j'indiquerai rapidement.

» Posons

$$(2) \qquad P\,dX + Q\,dY = F_1\,dx + F_2\,dy + F_3\,dp + F_4\,dq;$$

la condition d'intégrabilité de $p'dx' + q'dy'$ s'écrit, en n'effectuant aucune réduction sur les coefficients,

$$(3) \qquad R_{pq}(rt - s^2) + R_{yp}r + R_{xq}t + Ss + R_{xy} = 0,$$

les coefficients R_{pq}, R_{yp}, R_{xq}, S, R_{xy} ayant les valeurs suivantes :

$$(4) \qquad \begin{cases} R_{pq} = \dfrac{\partial F_3}{\partial q} - \dfrac{\partial F_4}{\partial p}, & R_{yp} = \dfrac{\partial F_3}{\partial y} - \dfrac{\partial F_2}{\partial p}, \\ R_{xq} = \dfrac{\partial F_1}{\partial q} - \dfrac{\partial F_4}{\partial x}, & R_{xy} = \dfrac{\partial F_1}{\partial y} - \dfrac{\partial F_2}{\partial x}, \\ S = \dfrac{\partial F_4}{\partial y} - \dfrac{\partial F_2}{\partial q} + \dfrac{\partial F_1}{\partial p} - \dfrac{\partial F_3}{\partial x}. \end{cases}$$

» 2. Étant donnée une équation de la forme (3), dont les coefficients sont indépendants de z, pour qu'elle provienne d'une transformation de Bäcklund de la forme (1), sans aucune réduction sur les coefficients, les équations (4) doivent être compatibles, quand on y regarde F_1, F_2, F_3, F_4

---

[1] La remarque s'étend aux transformations de Bäcklund les plus générales, ainsi que l'a montré M. J. Clairin, dans une Thèse récente.

comme inconnues. Pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit que les coefficients R_{xy}, R_{pq}, R_{yp}, R_{xq}, S vérifient les cinq relations suivantes :

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned}
&\frac{\partial^2 R_{xq}}{\partial y\,\partial p} + \frac{\partial^2 R_{yp}}{\partial x\,\partial q} = \frac{\partial^2 R_{xy}}{\partial p\,\partial q} + \frac{\partial^2 R_{pq}}{\partial x\,\partial y},\\
&\frac{\partial^2 S}{\partial x\,\partial y} + \frac{\partial^2 R_{yp}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 R_{xq}}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 R_{xy}}{\partial y\,\partial q} + \frac{\partial^2 R_{xy}}{\partial x\,\partial p},\\
&\frac{\partial^2 S}{\partial p\,\partial q} + \frac{\partial^2 R_{pq}}{\partial y\,\partial q} + \frac{\partial^2 R_{pq}}{\partial x\,\partial p} = \frac{\partial^2 R_{xq}}{\partial p^2} + \frac{\partial^2 R_{yp}}{\partial q^2},\\
&\frac{\partial^2 S}{\partial y\,\partial p} + \frac{\partial^2 R_{pq}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 R_{yp}}{\partial x\,\partial p} = \frac{\partial^2 R_{xy}}{\partial p^2} + \frac{\partial^2 R_{yp}}{\partial y\,\partial q},\\
&\frac{\partial^2 S}{\partial x\,\partial q} + \frac{\partial^2 R_{pq}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 R_{xq}}{\partial q\,\partial y} = \frac{\partial^2 R_{xy}}{\partial q^2} + \frac{\partial^2 R_{xq}}{\partial x\,\partial p}.
\end{aligned}\right.$$

» Ces conditions étant supposées vérifiées, les équations (4) admettent une infinité de systèmes de solutions que l'on obtiendra par des *quadratures*. Si f_1, f_2, f_3, f_4 forment un premier système de solutions, la solution la plus générale sera donnée par les formules

$$F_1 = f_1 + Ap + \frac{\partial\varphi}{\partial x},\qquad F_2 = f_2 + Aq + \frac{\partial\varphi}{\partial y},\qquad F_3 = f_3 + \frac{\partial\varphi}{\partial p},\qquad F_4 = f_4 + \frac{\partial\varphi}{\partial q},$$

A étant une constante arbitraire et φ une fonction arbitraire. Il suffira ensuite de ramener la forme de Pfaff

$$(6)\qquad f_1\,dx + f_2\,dy + f_3\,dp + f_4\,dq + A(p\,dx + q\,dy) + d\varphi$$

à une forme réduite $P\,dX + Q\,dY$ pour obtenir une transformation de Bäcklund de la forme (1) conduisant à l'équation proposée (3). Toutes ces transformations ne sont pas essentiellement distinctes: celles que l'on obtient en faisant varier la fonction φ seulement s'obtiennent en combinant l'une d'entre elles avec des transformations de contact. On peut donc supposer $\varphi = 0$, mais, en faisant varier la constante A, on obtient des transformations distinctes. Si donc on connaît une première transformation de Bäcklund conduisant à l'équation (3), on en déduira une infinité d'autres en considérant la forme de Pfaff

$$P\,dX + Q\,dY + A(p\,dx + q\,dy),$$

où A est une constante arbitraire.

» 3. Pour qu'une équation (3) provienne d'une des transformations considérées, il suffit que les cinq équations obtenues, en remplaçant R_{pq} par λR_{pq}, R_{xy} par λR_{xy}, ..., dans les formules (5), admettent une solution

commune en λ, ce qui n'a pas lieu en général. Ces équations étant linéaires, si elles admettent k solutions communes linéairement distinctes, on pourra trouver des transformations de Bäcklund dépendant de k constantes arbitraires et conduisant à l'équation proposée.

» 4. Les transformations de la forme (1) paraissent, au premier abord, très particulières, mais on peut ramener à cette forme tout système de quatre relations entre les deux éléments (x, y, z, p, q) et (x', y', z', p', q'), admettant une transformation de contact infinitésimale par rapport à chacun des deux éléments. Il en est ainsi, par exemple, pour un système de quatre relations telles que

$$p' = f_1(p, q, x + pz, y + qz), \qquad q' = f_2(p, q, x + pz, y + qz),$$
$$x' + p'z' = \varphi_1(p, q, x + pz, y + qz), \qquad y' + q'z' = \varphi_2(p, q, x + pz, y + qz),$$

qui font correspondre une à une les normales aux deux surfaces. »

ÉLECTRICITÉ. — *Application de l'arc chantant de Duddell à la mesure des faibles coefficients de self-induction.* Note de M. **Paul Janet**, présentée par M. Mascart.

« On sait, par les expériences de Duddell, que si, sur un arc à courant continu, on met en dérivation un circuit comprenant un condensateur de capacité C et une self-induction L, l'arc, dans certaines conditions de réglage, rend un son très pur ayant pour période

$$T = 2\pi\sqrt{CL}. \tag{1}$$

» Pour des capacités de 7^{mf} à 8^{mf} et des self-inductions très faibles, se réduisant aux spirales des fils de communication, le son obtenu est très aigu et l'intensité du courant alternatif à grande fréquence peut atteindre 20 à 25 ampères efficaces dans le circuit qui comprend le condensateur.

» Cela posé, mesurons avec un ampèremètre thermique l'intensité I dans le circuit dérivé, avec un voltmètre thermique la différence de potentiel e aux bornes de la bobine; nous avons, en négligeant la résistance de cette bobine devant sa réactance (rien n'empêcherait d'ailleurs d'en tenir compte) et en négligeant aussi la self-induction du reste du circuit,

$$I = \frac{e}{L\omega}. \tag{2}$$

» D'autre part,

$$\omega = \frac{2\pi}{T}. \tag{3}$$

» En éliminant T et ω entre (1), (2) et (3) on trouve

$$L = \frac{e^2 C}{I^2}.$$

» Cette formule permet de calculer L au moyen de mesures purement électriques et sans aucune mesure acoustique.

» Voici un exemple numérique :

$$C = 8^{\text{mf}}, \qquad I = 4^{\text{amp}},4, \qquad e = 86^{\text{volts}};$$

d'où

$$L = 0^{\text{henry}},003.$$

» Il est d'ailleurs facile de mesurer des coefficients beaucoup plus faibles que celui-là.

» La méthode s'applique bien pour les bobines à gros fils et à faible résistance pouvant supporter un courant de quelques ampères.

» Pour les bobines à fil fin, telles que les bobines de wattmètre, on pourrait modifier les méthodes en mettant la bobine en dérivation sur une différence de potentiel connue prise sur le circuit principal à grande fréquence et en mesurant l'intensité qui la traverse au moyen d'un ampèremètre suffisamment sensible. »

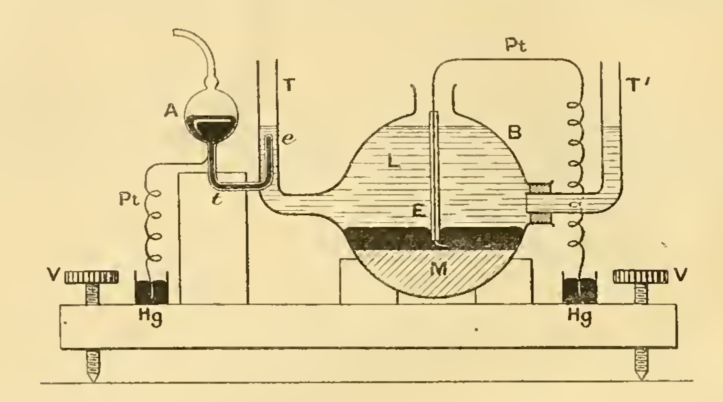
ÉLECTRICITÉ. — *Sur un électromètre capillaire.* Note de M. **Pierre Boley**, présentée par M. Mascart.

« I. L'électromètre capillaire de M. Lippmann, si précieux pour l'étude des différences de potentiel vraies au contact, ne peut fonctionner avec les amalgames liquides saturés, qui ne sont pas assez mobiles dans les tubes très capillaires. C'est pour entreprendre l'étude électrique de ces amalgames que j'ai été amené à construire un électromètre d'emploi très général.

» Le mercure (ou l'amalgame) est contenu dans une pipette A dont le tube inférieur *t* est étiré et recourbé deux fois à angle droit. Ce tube *t* possède à son extrémité verticale *e* un diamètre intérieur voisin de 1^{mm}, et sa section est rodée.

C'est là qu'on forme le ménisque, de sorte que l'électromètre peut s'appeler *électromètre à goutte libre.*

» La goutte émergente est entourée de l'électrolyte L, grâce à une cuvette spéciale formée d'un ballon B à deux tubulures latérales, dont l'une T enveloppe la goutte et permet d'en viser le sommet au microscope, tandis que l'autre tube T', qui peut



tourner dans son bouchon, sert à vider l'appareil. La grande électrode E est établie sur un fond de mastic M et son diamètre (12^{cm}) la rend pratiquement impolarisable. L'appareil se règle aisément et le ménisque doit être éclairé par une petite source lumineuse placée à proximité et un peu au-dessus, de façon à produire dans le microscope deux ou trois franges noires parallèles à l'image du sommet. On met au point pour la frange la plus voisine du ménisque, ce qui donne le maximum de netteté.

» Pour mesurer des forces électromotrices, on emploie comme d'habitude le compensateur de M. Bouty et une pile constante.

» J'emploie, par commodité, une pile qui ne nécessite aucune manipulation. C'est un vaste élément, genre Latimer Clark, contenu dans un vase à précipiter de section de 2^{dm^2}. Le mercure est dans le fond, surmonté du sulfate mercureux, et de l'amalgame de zinc pâteux est renfermé dans un vase étroit noyé dans le sulfate de zinc à l'état de solution saturée à la température de la salle d'expériences.

» La constance, parfaite sur 10^4 ohms au moins, tient à la grande surface du mercure et à la faible résistance qui facilite la dépolarisation.

» II. Voici les premières données relatives à l'électromètre à goutte libre. Je l'ai d'abord employé dans les conditions ordinaires, avec du mercure pur et de l'acide sulfurique étendu au $\frac{1}{5}$.

» 1° Dans ces conditions l'image du ménisque se déprime nettement pour une force électromotrice intercalée de $\frac{1}{3 \times 10^4}$ volt. Par exemple, avec une goutte de diamètre 1^{mm} la dépression apparente est d'environ $\frac{1}{8}$ de millimètre pour un grossissement de 100.

» 2° Pour des forces électromotrices croissantes les dépressions du

ménisque obéissent à une loi d'abord très simple : jusqu'à $\frac{1}{100}$ de volt ces dépressions sont exactement proportionnelles aux forces électromotrices intercalées.

» 3° Le zéro reste absolument fixe si l'appareil est placé seul sur un support à l'abri des vibrations extérieures.

» Avec l'amalgame d'argent saturé, le seul que j'aie employé jusqu'ici, on obtient la même sensibilité et des dépressions du même ordre de grandeur qu'avec le mercure. Le ménisque d'amalgame est très mobile et son zéro reste absolument fixe.

» III. L'électromètre à goutte libre peut donc, dans les conditions habituelles, remplacer celui de M. Lippmann; il est très facile à construire, son fonctionnement est sûr, puisque la goutte est et demeure libre, et l'on peut compter sur une sensibilité de $\frac{1}{3 \times 10^4}$ volt. En effet, j'ai toujours obtenu cette sensibilité avec divers modèles où le diamètre des gouttes variait de $\frac{1}{2}$ millimètre jusqu'à 2^{mm}. De plus, la loi de proportionnalité des dépressions aux forces électromotrices, vraie jusqu'à $\frac{1}{100}$ de volt, permet de mesurer commodément les différences de potentiel par la méthode de zéro; on peut arrêter la compensation quand elle est obtenue à moins de $\frac{1}{100}$ de volt, et la dépression lue indique la différence résiduelle des potentiels. On peut ainsi comparer des potentiels à $\frac{1}{3 \times 10^4}$ volt près, même avec un compensateur donnant seulement $\frac{1}{10^4}$ volt, ce qui est le cas le plus fréquent.

» Enfin, la possibilité d'employer cet électromètre avec les amalgames liquides semble permettre la mesure des différences de potentiel vraies au contact de ces amalgames et de certains électrolytes par la méthode du maximum de constante capillaire; c'est le but que je poursuis et pour lequel je cherche à établir un manomètre de sensibilité correspondant à celle de l'instrument. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques propriétés de l'azobenzène et de l'hydrazobenzène.* Note de MM. **P. Freundler** et **L. Béranger**, présentée par M. H. Moissan.

« La réaction de Friedel et Crafts ne semble pas avoir été appliquée jusqu'à présent aux azoïques et aux composés qui en dérivent.

» Désirant préparer quelques azocétones et azo-aldéhydes, nous avons essayé de condenser avec les chlorures d'acides, soit l'azobenzène, soit les dérivés acétylés de l'hydrazobenzène. Dans aucun cas nous n'avons obtenu le résultat cherché, bien que nous ayons fait varier les conditions et les agents mis en présence (chlorure et bromure d'acétyle, anhydride acétique, chlorure de benzoyle, chlorure et bromure d'aluminium).

» L'emploi du chlorure de benzoyle n'a donné lieu à aucun dégagement d'acide chlorhydrique, à froid ou à chaud; par contre, le chlorure et le bromure d'acétyle ont été détruits ou transformés. Dans tous les cas, le composé aromatique s'unissait au chlorure d'aluminium pour former une combinaison double, insoluble dans le sulfure de carbone, de laquelle nous avons toujours pu retirer la matière première avec un rendement à peu près théorique :

» I. 40^g d'azobenzène et 40^g de chlorure d'acétyle, dissous dans 150^g de sulfure de carbone, ont été additionnés par petites portions de 110^g de chlorure d'acétyle. La réaction, assez vive au début, a été terminée à chaud. Le produit était constitué par une masse résineuse d'un rouge foncé, baignée de sulfure de carbone presque incolore et ne tenant rien en dissolution. La décomposition de cette résine par l'eau a fourni 36^g d'azobenzène fondant à 67° (au lieu de 68°).

» II. 50^g de diacétylhydrazobenzène, 65^g de bromure d'acétyle et 200^g de sulfure de carbone ont été traités d'une façon analogue par 220^g de bromure d'aluminium. Les mêmes phénomènes se sont reproduits, et l'on a récupéré finalement 47^g de dérivé diacétylé fondant à 102°-103° (au lieu de 105°).

» Il résulte de ces essais que la réaction de Friedel et Crafts ne peut être utilisée pour la préparation des azoïques à fonction cétonique, composés que nous nous proposons d'obtenir par d'autres méthodes.

» Le diacétylhydrazobenzène employé dans ces recherches a été préparé suivant la méthode connue, en chauffant plusieurs heures à l'ébullition de l'hydrazobenzène avec un excès d'anhydride acétique. En effectuant cette opération avec un produit commercial très riche en azobenzène, nous avons obtenu, au lieu du dérivé diacétylé, une *combinaison moléculaire* de ce dernier avec l'azobenzène.

» Cette combinaison cristallise *sans se dissocier*, en grands prismes orangés, fusibles à 98°,5-99°, solubles dans l'acide acétique, l'alcool chaud et le sulfure de carbone, très peu solubles dans l'alcool froid (3 à 4 pour 100) et la ligroïne. Elle répond à la formule

$$2[C^6H^5.Az(COCH^3).Az(COCH^3).C^6H^5].C^6H^5.Az=Az.C^6H^5.$$

L'analyse a donné en effet les chiffres suivants : C pour 100, 73,46; H pour 100, 5,75; théorie : C pour 100, 73,54; H pour 100, 5,84 (la combinaison à molécules égales exigerait : C pour 100, 75,67; H pour 100, 5,78). Ce composé a d'ailleurs été reproduit par synthèse :

» 21g,4 de dérivé diacétylé et 7g,25 d'azobenzène ont été dissous à chaud dans 50cm³ d'alcool; par refroidissement et concentration subséquente, on a obtenu 28g de produit fondant à 98° (au lieu de 28g,65).

» Cette combinaison présente un certain intérêt, d'abord en raison de sa stabilité : nous n'avons pas pu en effet la dédoubler par cristallisation dans un liquide tel que l'alcool ou la ligroïne, dans lesquels l'un des constituants est beaucoup plus soluble que l'autre; la décomposition n'a pu être effectuée que par chauffage à 190°, dans le vide, température à laquelle l'azobenzène distille sans que le résidu soit altéré.

» En second lieu, cette combinaison paraît être unique dans la série; ni l'hydrazobenzène, ni son dérivé mono-acétylé, ni l'acétanilide n'ont pu être combinés à l'azobenzène. Nous cherchons actuellement à établir plus complètement ce dernier point, tout en poursuivant l'étude chimique et cristallographique de la combinaison en question. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des alcools dibutylique et diœnanthylique.* Note de M. MARCEL GUERBET, présentée par M. H. Moissan.

« L'alcool dibutylique $C^8H^{18}O$ se prépare, comme je l'ai montré antérieurement [1], en chauffant vers 200° l'alcool butylique normal avec son dérivé sodé; la réaction revient en somme à l'élimination de 1mol d'eau entre 2mol d'alcool :

$$2CH^3-(CH^2)^2-CH^2OH = H^2O + C^8H^{17}-OH.$$

» On peut admettre que l'eau éliminée se forme aux dépens de l'oxhydryle fonctionnel de l'une des molécules, qui emprunte 1at d'hydrogène à l'un des groupements carbonés de l'autre molécule.

» Il y avait lieu de rechercher quel est ce groupement carboné, c'est-à-dire à quel endroit de la chaîne se fait la soudure des deux molécules butyliques.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1220.

» Pour l'établir, j'ai oxydé l'alcool dibutylique par le mélange chromique et j'ai déterminé la nature des produits d'oxydation.

» En limitant cette oxydation, on arrive d'abord à l'acide dibutyrique $C^8H^{16}O^2$; l'alcool dibutylique est donc un alcool primaire, ce qui exclut la soudure par les deux groupements fonctionnels.

» Si l'on poursuit l'oxydation, il se dégage un peu d'acide carbonique et l'on arrive à un mélange d'acides assez difficiles à séparer les uns des autres. Toutefois, en employant la méthode classique de Liebig (saturations fractionnées des acides suivies de distillations), je suis arrivé à obtenir une séparation suffisante pour les caractériser.

» Chaque fraction a été saturée par la baryte et l'on a dosé le baryum dans chacun des sels formés, ce qui a fourni les chiffres de la colonne A. Chacune des liqueurs où l'on avait ainsi précipité la baryte par l'acide sulfurique tenait en dissolution l'acide correspondant. On a pu séparer chacune d'elles en deux nouvelles fractions, par la méthode de Liebig, et, en dosant le baryum dans les sels de baryte résultant de la saturation de ces deux fractions, on a obtenu les chiffres de la colonne B. Enfin, dans la colonne C, on a réuni les poids de baryum correspondant à 100^g de chacun des sels de baryte susceptibles d'être rencontrés dans l'oxydation de l'acide dibutyrique, en admettant pour sa constitution toutes les hypothèses possibles.

Fractions.	A.	B.		C.	
1. Acides huileux insolubles dans l'eau...	32,86			dibutyrate.....	32,38
2.	37,72	*a*.....	33	œnanthylate....	34,68
		b.....	43,10	caproate.......	37,33
3.	40	*a*.....	37,77	valérate........	40,41
		b.....	43,27		
4.	43,50	*a*. ...	42,79	butyrate.......	44,05
		b.....	44,82		
5.	48,80	*a*.....	46,93	propionate.....	48,41
		b.....	50,72		
6.	50,50	*a*.....	48,02		
		b.....	52,01		
7.	52	*a*.....	51,56	acétate........	53,73
		b....	52,20		

» En rapprochant les chiffres trouvés de ceux correspondant aux divers acides gras, on voit qu'il s'est produit les acides dibutyrique, valérique, butyrique et acétique.

» La teneur en baryum du sel n° 5 pouvait faire croire à la présence de l'acide propionique; on voit qu'un nouveau fractionnement fournit des liqueurs renfermant surtout, l'une de l'acide butyrique, l'autre de l'acide acétique. Ajoutons que l'odeur des diverses fractions permet de lever tous les doutes que pourrait faire naître la séparation incomplète des divers acides. C'est ainsi que les fractions 2_a, 2_b, 3_a ont

l'odeur de l'acide valérique, les fractions 3_b, 4_a, 4_b, 5_a possèdent celle de l'acide butyrique, enfin les autres fractions n'ont aucune odeur sensible.

» On est ainsi conduit à attribuer à l'acide dibutyrique la formule

$$\begin{array}{l} CH^3 - \underset{|}{CH} - CH^2 - CO^2H \\ CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH^3. \end{array}$$

» Un tel acide donnerait, en effet, beaucoup d'acide butyrique, d'acide acétique et un peu d'acide carbonique et d'acide valérique. La formation simultanée de ces divers acides ne concorde d'ailleurs avec aucune autre hypothèse.

» *Alcool diœnanthylique.* — Pour connaître la constitution de l'alcool diœnanthylique $C^{14}H^{30}O$, je l'ai d'abord transformé en acide diœnanthylique $C^{14}H^{28}O^2$, que j'ai décrit antérieurement. Puis cet acide a été oxydé par le mélange chromique, ce qui a donné des acides huileux insolubles dans l'eau et des acides solubles dans ce liquide.

» Chacun des deux groupes d'acides a été traité comme il est dit plus haut : les chiffres obtenus et l'odeur des diverses fractions montrent qu'il s'est produit les acides caprylique, œnanthylique, valérique, butyrique, acétique. Ajoutons qu'il s'est dégagé de l'acide carbonique.

» Ce sont précisément les produits qui résulteraient de l'oxydation de l'acide ayant pour constitution

$$\begin{array}{l} CH^3 - (CH^2)^3 - \underset{|}{CH} - CH^2 - CO^2H \\ C^7H^{15}. \end{array}$$

» Aucune autre hypothèse ne concorde d'ailleurs avec les faits.

» Les alcools dibutylique et diœnanthylique ont donc respectivement pour formule de constitution :

$$CH^3 - \underset{\displaystyle C^4H^9}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - CH^2OH, \qquad CH^3 - (CH^2)^3 - \underset{\displaystyle C^7H^{15}}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - CO^2H$$

la soudure des deux molécules alcooliques d'où résulte leur formation s'est faite par le deuxième atome de carbone à partir du groupement fonctionnel. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'état polymérisé de l'indigotine ordinaire et la transformation isomérique de l'indigotine en indirubine.* Note de M. L. **Maillard**, présentée par M. Haller.

« L'indoxylsulfate de potassium en solution aqueuse est facilement décomposé à froid par l'acide chlorhydrique concentré : l'indoxyle mis en liberté s'oxyde à l'air et donne du bleu d'indigo. Si, au lieu d'une solution pure d'indoxylsulfate on prend de l'urine, à l'état naturel ou après défécation par le sous-acétate de plomb, il convient d'ajouter à HCl une petite quantité d'un oxydant, tel que $FeCl^3$; autrement les impuretés oxydables s'empareraient d'une partie de l'oxygène disponible, et l'oxydation de l'indoxyle, ne se poursuivant qu'avec lenteur, n'aboutirait pas au bleu d'indigo, mais bien au rouge d'indigo, ainsi que je l'ai indiqué précédemment (¹). En poursuivant ces recherches sur les conditions où l'on obtient de préférence l'un ou l'autre isomère, j'ai observé régulièrement le fait suivant :

» Les conditions de l'oxydation étant bien réglées pour l'obtention du bleu d'indigo seul, si l'on agite avec du chloroforme le mélange d'indoxylsulfate et de réactif chlorhydrique, ce chloroforme prend une belle teinte bleue qui peut être, si les proportions sont bien choisies, beaucoup plus foncée qu'une solution chloroformique saturée d'indigotine. Ce chloroforme est donc, semble-t-il, sursaturé, et, en effet, si on le lave par agitation avec NaOH à 1 pour 1000 afin d'enlever les traces de HCl entraînées, on voit se produire en quelques heures, ou même en quelques minutes, un dépôt bleu d'indigotine qui peut être tantôt amorphe, tantôt cristallisée en paillettes cuivrées. Mais si l'on ne fait pas le lavage alcalin, la solution chloroformique ne cristallise jamais : elle devient peu à peu violette, et au bout de quelques jours complètement rouge; si l'on distille alors, le résidu, entièrement soluble en rouge dans l'éther froid, est de l'indirubine.

» Le séjour de cette indigotine dissoute dans le chloroforme en présence des traces de HCl a donc suffi à la transformer rapidement en indirubine. J'ai préparé des solutions sursaturées avec de l'indigotine cristallisée d'ori-

(¹) *Comptes rendus*, 21 avril 1901.

gine animale, végétale ou synthétique, et jamais je n'ai pu observer le même phénomène ([1]).

» Le bleu d'indigo extrait par le chloroforme, et qui n'a pas encore cristallisé, diffère donc de l'indigotine généralement connue par deux caractères au moins :

» 1° La solubilité beaucoup plus grande dans le chloroforme;

» 2° La faculté de transformation en indirubine par séjour dans le chloroforme acide.

» Ces différences s'expliquent fort bien si l'on considère ces deux bleus comme polymères l'un de l'autre, en attribuant naturellement au plus stable la formule la plus compliquée. La formule de Ad. von Baeyer

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO\\ AzH\end{matrix}\right\rangle C = C\left\langle\begin{matrix}CO\\ AzH\end{matrix}\right\rangle C^6H^4$$

s'appliquerait donc à la variété nouvelle que je signale, au bleu d'indigo « naissant », pour ainsi dire, qui serait la véritable *indigotine*, tandis que l'indigotine jusqu'alors connue serait, en réalité, de la polyindigotine, tout au moins de la *bisindigotine* $C^{32}H^{20}Az^4O^4$.

» Telle est la conclusion à laquelle je suis arrivé il y a un certain temps déjà, et d'une manière indépendante, mais que j'ai tenu à vérifier maintes fois, rendu circonspect par les négations de J. Bouma ([2]). J'ai été confirmé dans ma manière de voir par un Travail de W. Vaubel ([3]), qui, ayant déterminé par la cryoscopie dans la paratoluidine et dans le phénol le poids moléculaire de l'indigotine et de l'indirubine, est arrivé précisément à doubler les formules de von Baeyer.

» Pour savoir si la transformation est réversible, j'ai abandonné, en présence d'alcalis, des solutions chloroformiques d'indirubine : jamais je n'ai vu se former la moindre trace de bleu. Mais, de ces échantillons d'indirubine, les uns avaient déjà cristallisé ; les autres avaient bien été extraits directement par le chloroforme, mais, s'étant produits par oxydation *lente*

([1]) La transformation du bleu d'indigo en rouge d'indigo a déjà été soupçonnée par J. Bouma, qui, distillant une solution chloroformique bleue extraite de l'urine, la vit devenir violette (*Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XXVII, 1900, p. 348); mais, n'ayant pu reproduire le phénomène avec l'indigotine pure cristallisée, J. Bouma crut avoir fait erreur et se rétracta formellement (*Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XXX, 1900, p. 117). Il avait certainement bien observé, mais n'avait pas trouvé d'interprétation convenable.

([2]) Voir la note ci-dessus.

([3]) *Chemiker Zeitung*, t. XXV, 1901, p. 725.

de l'indoxyle (¹), ils avaient pris d'emblée et à loisir la forme stable en milieu acide, sans passer par le stade transitoire d'indigotine simple; c'était, selon toute vraisemblance, de la *bisindirubine* $C^{32}H^{20}Az^4O^4$:

$$\begin{array}{c} C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\AzH\end{array}\right\rangle C - C\left\langle\begin{array}{c}C^6H^4\\CO\end{array}\right\rangle AzH \\ \qquad\qquad\quad | \qquad | \\ C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\AzH\end{array}\right\rangle C - C\left\langle\begin{array}{c}C^6H^4\\CO\end{array}\right\rangle AzH \end{array}$$

Ces échecs, loin de combattre les idées exposées, sont donc, au contraire, un bon argument en leur faveur.

» Il doit donc exister une *indirubine* vraie

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\AzH\end{array}\right\rangle C - C\left\langle\begin{array}{c}C^6H^4\\CO\end{array}\right\rangle AzH$$

que l'on doit pouvoir surprendre à l'état passager lorsqu'on produit l'indoxyle par une réaction alcaline, de même qu'on observe l'indigotine simple en produisant l'indoxyle par une réaction acide.

» L'oxydation instantanée de l'indoxyle aurait donc pour résultat : en milieu acide, l'indigotine d'abord, et peu à peu la forme stable qui est la bisindirubine; en milieu alcalin, l'indirubine transitoirement, puis la forme stable qui est la bisindigotine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions obtenues à l'aide de l'amalgame de magnésium.* Note de M. L. MEUNIER, présentée par M. A. Haller. (Extrait.)

« *Préparation de l'alcoolate de magnésium.* — L'amalgame de magnésium attaque, même à froid, l'alcool éthylique absolu en dégageant très régulièrement de l'hydrogène et en fournissant l'éthylate correspondant qui se sépare. Cet éthylate, lavé à l'éther anhydre, puis séché rapidement sur une brique en plâtre, se présente sous forme d'une poudre blanche répondant à la formule

$$Mg\left\langle\begin{array}{l}OC^2H^5\\OC^2H^5.\end{array}\right.$$

(¹) L. MAILLARD, *Comptes rendus*, 21 avril 1901.

Cet éthylate possède des propriétés analogues à celles des éthylates alcalins, et, en particulier, sous l'action d'un courant de chlore sec, il se transforme en aldéhyde

$$Mg\begin{matrix}\diagup O - CH^2 - CH^3 \\ \diagdown O - CH^2 - CH^3\end{matrix} + 2Cl^2 = MgCl^2 + 2HCl + 2(CH^3 - CHO).$$

» La réaction de l'amalgame de magnésium sur l'eau est trop violente pour qu'on puisse l'utiliser comme moyen de réduction, mais son action sur l'alcool absolu conduit à de bons résultats en additionnant au besoin l'alcool de benzine anhydre qui modère la réaction....

» *Préparation des carbures saturés.* — La préparation des carbures saturés, par réduction des iodures d'alcoyles au moyen de l'amalgame de magnésium en présence d'alcool absolu, s'effectue très facilement et plus simplement qu'avec le couple zinc-cuivre de Gladstone et Tribes....

» *Action sur l'aldéhyde éthylique.* — L'aldéhyde éthylique réagit très violemment sur l'amalgame de magnésium, mais la réaction peut être modérée en additionnant l'aldéhyde de benzine anhydre ou d'éther anhydre en quantité suffisante. On obtient ainsi un liquide sirupeux qui, filtré, contient en dissolution une combinaison magnésienne....

» On additionne la solution benzénique d'alcool aqueux et l'on fait bouillir : il se forme un précipité gélatineux de magnésie hydratée, et le liquide filtré, soumis à la rectification, donne, aux environs de 185°, le β-γ-dioxybutane

$$CH^3 - CHOH - CHOH - CH^3.$$

» Nous comptons poursuivre l'étude de ces réactions, et en particulier de l'action de l'amalgame de magnésium sur les éthers-sels. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de l'acide taririque.* Note de M. Arnaud, présentée par M. A. Haller.

« L'acide taririque est le principal constituant du glycéride que j'ai extrait (¹) de la graine d'une *Taririée* (Aublet) encore indéterminée, originaire du Guatémala. J'ai montré que cet acide est un isomère de l'acide

(¹) Arnaud, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 79.

stéarolique et qu'il se transforme intégralement en acide stéarique par l'action de l'acide iodhydrique et du phosphore rouge à 210° (¹).

» L'acide taririque, $C^{18}H^{32}O^2$, appartient à la série des acides non saturés $C^nH^{2n-4}O^2$ et doit contenir vraisemblablement une triple liaison acétylénique comme l'acide stéarolique (²).

» Pour élucider cette question, je l'ai oxydé de deux manières différentes : par le MnO^4K en solution alcaline et par l'acide azotique fumant. Dans le premier cas j'ai employé les proportions de permanganate indiquées par Maquenne (³) pour l'oxydation de l'acide ricinolique.

» 30ᵍ d'acide taririque furent dissous à chaud dans 200ᵍ d'eau contenant 4 pour 100 de potasse. La solution alcaline fut versée dans 1ˡ d'eau tiède, renfermant 75ᵍ de MnO^4K. Il se manifeste aussitôt un fort dégagement de chaleur, le permanganate est réduit rapidement; on acidule par 45ᵍ d'acide sulfurique étendu, on filtre et on lave à fond le précipité d'oxyde de manganèse. Le liquide filtré, évaporé et réduit à 0ˡ,5, est épuisé à plusieurs reprises par l'éther; celui-ci, distillé, laisse comme résidu un corps blanc cristallisé, qui, dissous dans l'eau bouillante et recristallisé ainsi plusieurs fois, fournit l'*acide adipique* pur, $C^6H^{10}O^4$, fondant à 149°,5; il forme des cristaux durs agglomérés en rognons, très solubles dans l'eau bouillante, peu solubles dans l'eau froide; se dissout bien dans l'alcool et dans l'éther. L'analyse a donné des nombres conduisant à la formule $C^6H^{10}O^4$.

» Le sel de baryum de cet acide cristallise en petits feuillets plus solubles dans l'eau à froid qu'à chaud.

» Le sel d'argent a été obtenu en cristaux microscopiques insolubles dans l'eau froide, par double décomposition entre le sel ammoniacal et le nitrate d'argent. Un dosage d'argent a montré que le sel a la formule $C^6H^8Ag^2O^4$.

» Le précipité d'oxyde de manganèse résultant de l'oxydation de l'acide taririque, traité par l'alcool concentré bouillant, fournit un mélange d'acides gras fusible vers 28°. Ce mélange, soumis à l'action de la presse entre des feuilles de papier à filtrer, donne un acide blanc qui fond vers 36°-37°. Par cristallisations dans l'alcool et par purification du sel de baryum, on obtient finalement l'acide gras pur fondant à 43°,5 : c'est l'*acide laurique*, $C^{12}H^{24}O^2$.

» Le sel de baryum a été préparé en précipitant une solution alcoolique bouillante de l'acide, par l'acétate de baryum; en faisant recristalliser les premiers cristaux, on l'obtient en lamelles nacrées excessivement brillantes, très peu solubles à froid dans l'alcool.

» La combustion et un dosage de baryum ont donné des chiffres correspondant au sel $(C^{12}H^{23}O^2)^2Ba$.

(¹) Arnaud, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1000.

(²) Limpach, *Annalen der Chemie u. Pharm.* t. CXC, p. 294.

(³) Maquenne, *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXI, p. 1061.

» L'oxydation de l'acide taririque par l'acide azotique a été effectuée de la façon suivante :

» 50g d'acide taririque fondu ont été mis en menus morceaux dans une grande capsule de plusieurs litres; on a versé dessus 200g d'acide azotique fumant, densité 47° B., et refroidi vers 0°. L'attaque ne se manifeste pas immédiatement, mais elle devient très violente après quelques instants. Il se dégage de grandes quantités de vapeurs rutilantes, et le mélange s'échauffe fortement. On obtient comme résultat un liquide aqueux acide, et une masse butyreuse d'acide gras qui finit par se prendre en une masse cristalline par refroidissement. Le liquide acide séparé, évaporé convenablement, fournit 12g à 13g d'acide adipique, c'est-à-dire un rendement d'environ 25 pour 100 du poids de l'acide taririque. Cet acide adipique purifié fond à 149°,5-150°.

» Les acides gras solides, insolubles dans l'eau, formant la seconde partie du produit d'oxydation, fondent vers 28°. Par un traitement semblable à celui décrit précédemment, on les scinde assez facilement en une huile (dont le poids moléculaire est supérieur à celui de l'acide laurique) et, pour la plus grande partie, en un acide solide, cristallisé, fusible à 43°,5 : l'acide laurique. Le rendement est d'environ 50 pour 100.

» L'oxydation de l'acide taririque peut s'interpréter de la manière suivante :

$$C^{18}H^{32}O^2 + H^2O + 3O = C^{12}H^{24}O^2 + C^6H^{10}O^4,$$

ce qui nous conduit à la formule de constitution

$$CH^3 - (CH^2)^{10} - C \equiv C - (CH^2)^4 - CO^2H.$$

» L'acide taririque possède donc une triple liaison acétylénique placée entre le douzième et le treizième atome de carbone, où se produit la rupture de la chaîne linéaire.

» Je me propose d'étudier ultérieurement les produits de l'oxydation ménagée de l'acide taririque, ainsi que d'autres réactions qui viennent confirmer les formules données ci-dessus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode nouvelle de caractérisation des pseudo-acides. Application aux éthers oximido-cyanacétiques.* Note de M. **P.-Th. Muller**, présentée par M. A. Haller. (Extrait.)

« Les éthers oximido-cyanacétiques dont nous nous occupons ici sont caractérisés par la présence simultanée du radical isonitrosé = AzOH et du radical négatif — CAz qui leur communique des propriétés nettement acides. La conductibilité électrique de leurs solutions aqueuses range ces corps à côté de l'acide acétique. Ils se laissent exactement titrer à la phénolphtaléine et leurs sels de soude ne présentent pas d'hydrolyse appréciable à la conductibilité ou à la cryoscopie. Les solutions aqueuses sont incolores avec une pointe très légère de jaune; les sels alcalins sont jaunes

à l'état solide et à l'état dissous; mais leurs solutions quart-normales sont assez transparentes pour qu'on puisse en mesurer la réfraction. Les Tableaux suivants résument les résultats des mesures optiques.

		M_α.			M_D.			$M_\gamma - M_\alpha$.		
Formules.	$N_{20°}$.	Trouvé.	Calculé.	Différ.	Trouvé.	Calculé.	Différ.	Trouvé.	Calculé.	Différ.
I.										
$CAz - C - COOCH^3$ ‖ $AzOH$.	0,2502	28,26	26.49	1.77	28,52	26,74	1,78	1,61	0,75	0,86
»	0,7785	28,09	»	1,60	28,33	»	1,59	"	"	"
$CAz - C - COOC^2H^5$ ‖ $AzOH$.	0,2492	32,83	31,06	1.77	33,02	31,34	1,68	1.88	0.86	1,02
II.										
$CH^3 - C - CH^3$ à 20° ‖ $AzOH$.	0,2489	20,21	20,27	néglig.	20,39	20,36	néglig.	"	"	"
» à 25°	0,2483	20,24	»	»	20,32	»	»	0,84	0,64	0,20
III.										
$CAz - C - COOCH^3$ ‖ $AzOCH^3$.	liquide.	32,75	31.06	1,69	32,99	31,34	1,65	1,46	0,86	0,60
$CAz - C - COOC^2H^5$ ‖ $AzOC^2H^5$.	liquide.	42,18	40,20	1,98	42,48	40,54	1,94	1,75	1,08	0,67
IV.										
			Différ. Sel-acide.			Différ. Sel-acide.				
$CAz - C - COOCH^3$ ‖ $AzONa$.	0,2490	31,59	3,33	"	31,99	3,47	"	"	"	"
»	0,7596	31,26	3.17	"	31,73	3.40	"	"	"	"
$CAz - C - COOC^2H^5$ ‖ $AzONa$.	0,2493	36,12	3,29	"	36,53	3,51	"	"	"	"

» $N_{20°}$ désigne la normalité de la liqueur à 20°; $M\alpha$, $M\gamma$, M_D représentent les réfractions moléculaires du corps par rapport aux raies α et γ de l'hydrogène et la raie D du sodium; $M_\gamma - M_\alpha$ est la dispersion moléculaire entre les raies α et γ.... »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de la méthylnonylcétone.* Note de M. H. Carette, présentée par M. Guignard.

« Poursuivant l'étude des dérivés de la méthylnonylcétone [1], j'ai transformé cet acétone en nitrile-alcool par fixation de l'acide cyanhydrique; en hydratant ensuite ce nitrile-alcool, j'ai obtenu comme à l'ordinaire l'acide-alcool correspondant, et, en outre, ce qui était moins à prévoir, l'amide-alcool résultant de la fixation d'une seule molécule d'eau sur le nitrile-alcool. La présente Note expose les circonstances dans lesquelles ces composés prennent naissance.

» I. Quand on mélange molécules égales de méthylnonylcétone et d'acide cyanhydrique, les deux corps ne se combinent, ni par contact prolongé à froid, ni sous l'action de la chaleur à 60° ou à 100°. L'addition de doses variables d'acide chlorhydrique au mélange ne provoque pas davantage la combinaison; dans ce cas, suivant la quantité d'acide chlorhydrique ajouté, la masse s'échauffe plus ou moins, mais par une action portant sur l'acide cyanhydrique seul : il se forme du chlorhydrate d'ammoniaque qui se dépose dans la liqueur et de l'acide formique facile à caractériser après neutralisation; la méthylnonylcétone subsiste inaltérée. Le même résultat est obtenu à la température du bain-marie ou quand on chauffe en vase clos.

» La combinaison de l'acide cyanhydrique et de la méthylnonylcétone s'effectue, au contraire, si l'on ajoute un peu d'ammoniaque au mélange des deux corps.

» Dans un ballon contenant 20g de méthylnonylcétone et 5g d'acide cyanhydrique, on fait tomber 10 gouttes d'ammoniaque concentrée et l'on agite; la température s'élevant, on refroidit le vase en l'immergeant dans l'eau froide. Le lendemain on le soumet pendant 45 minutes, au bain-marie, à la température de 40°-50°. On abandonne ensuite le mélange à lui-même pendant 8 jours. On constate alors qu'il s'est coloré en brun et qu'il ne contient plus de méthylnonylcétone libre. En effet, dissous dans une solution alcoolique étendue de bisulfite d'ammoniaque, il ne fournit aucune combinaison. Par l'addition d'une grande quantité d'eau, il se sépare de ce milieu bisulfitique et vient le surnager sous forme d'une huile brune. On le décante et le dissout dans l'éther, puis on le décolore par le noir animal. Par évaporation spontanée, cette solution éthérée filtrée abandonne une huile incolore, jaunissant quand on la chauffe vers 100°. Elle ne cristallise pas à 0° et se décompose lorsqu'on la distille dans le vide. Ce produit doit être le nitrile-alcool résultant de la réaction

$$\begin{matrix} CH^3 \\ C^9H^{19} \end{matrix}\!\!>\!CO + CAzH = \begin{matrix} CH^3 \\ C^9H^{19} \end{matrix}\!\!>\!C\!<\!\begin{matrix} OH \\ CAz. \end{matrix}$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 1225.

Les transformations qu'il subit et qui sont rapportées plus loin le démontrent nettement.

» II. Le mélange provenant de la réaction effectuée comme il vient d'être dit, étant additionné de 30g d'acide chlorhydrique concentré, puis chauffé pendant 1 heure au bain-marie, et enfin neutralisé par le carbonate de soude, abandonne une substance huileuse qui cristallise par refroidissement. Après plusieurs cristallisations répétées dans l'alcool à 95 centièmes, les cristaux du nouveau composé fondent entre 86° et 87°.

» Ils donnent, à l'analyse, les chiffres correspondant à l'amide méthylnonylcarbinolcarbonique $\begin{matrix} CH^3 \\ C^9H^{19} \end{matrix} > C < \begin{matrix} OH \\ CO - AzH^2 \end{matrix}$. Ce résultat est confirmé par la cryoscopie qui indique 215 comme poids moléculaire, c'est-à-dire le poids moléculaire théorique. D'ailleurs, traités vers 80° par quatre fois leur poids d'acide chlorhydrique concentré, pendant 2 heures, ces cristaux produisent en s'hydratant l'acide méthylnonylcarbinolcarbonique, dont il sera parlé plus loin. La formation de cet amide résulte de la fixation de H^2O sur le nitrile :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ C^9H^{19} \end{matrix} > C < \begin{matrix} OH \\ CAz \end{matrix} + H^2O = \begin{matrix} CH^3 \\ C^9H^{19} \end{matrix} > C < \begin{matrix} OH \\ CO - AzH^2. \end{matrix}$$

Il cristallise en lamelles nacrées. Il est insoluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'eau chaude, soluble dans l'alcool, dans l'éther, dans l'acide acétique cristallisable et dans la benzine.

» III. Quand on traite le produit de la réaction de l'acide cyanhydrique sur la méthylnonylcétone sous l'influence de l'ammoniaque, par une quantité d'acide chlorhydrique plus forte, en prolongeant plus longtemps son action, quand par exemple on ajoute 50g d'acide chlorhydrique concentré aux doses indiquées ci-dessus et qu'on chauffe pendant 4 heures à 80°, le mélange prend une apparence différente de celle observée lors de la production de l'amide; il est surnagé d'un liquide huileux qui, après refroidissement, ne cristallise qu'avec lenteur.

» La substance cristallisée se dissout complètement dans les liqueurs alcalines et s'en sépare par addition d'acide chlorhydrique. Elle se dissout aussi très facilement dans une faible proportion d'éther, mais la dissolution, additionnée d'un grand excès d'éther, abandonne des lamelles cristallines constituées par un corps azoté, fusible vers 185°, que ses propriétés me font considérer provisoirement comme l'acide-amine $\begin{matrix} CH^3 \\ C^9H^{19} \end{matrix} > C < \begin{matrix} AzH^2 \\ CO - OH \end{matrix}$; je reviendrai sur ce dérivé.

» La liqueur éthérée filtrée abandonne des cristaux incolores qu'on purifie par cristallisation dans l'éther et que l'analyse indique comme étant l'acide méthylnonylcarbinolcarbonique $\begin{matrix} CH^3 \\ C^9H^{19} \end{matrix} > C < \begin{matrix} OH \\ CO - OH. \end{matrix}$ Cette composition est confirmée par l'alcalimétrie, le poids moléculaire trouvé étant 218 et le poids moléculaire théorique 216. Cet acide résulte de l'hydratation du nitrile :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ C^9H^{19} \end{matrix} > C < \begin{matrix} OH \\ CAz \end{matrix} + 2H^2O + HCl = \begin{matrix} CH^3 \\ C^9H^{19} \end{matrix} > C < \begin{matrix} OH \\ CO - OH \end{matrix} + AzH^4Cl.$$

» Il est d'ailleurs identique à l'acide résultant, comme il a été dit plus haut, de l'hydratation de l'amide méthylnonylcarbinolcarbonique

$$\begin{matrix} CH^3 \\ C^9H^{19} \end{matrix}\!\!>C\!\!<\!\begin{matrix} OH \\ CO - AzH^2 \end{matrix} + H^2O + HCl = \begin{matrix} CH^3 \\ C^9H^{19} \end{matrix}\!\!>C\!\!<\!\begin{matrix} OH \\ CO - OH \end{matrix} + AzH^4Cl.$$

» L'acide méthylnonylcarbinolcarbonique forme des petits cristaux blancs, fusibles à 46°. Il est très soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, et insoluble dans l'eau. Il forme avec la potasse et avec la soude des sels très solubles dans l'eau et d'apparence nacrée. Son sel ammoniacal est en petits cristaux mats; il est très soluble dans l'eau. Ces sels alcalins forment, par double décomposition avec les sels solubles des métaux proprement dits, des sels insolubles dans l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une importante cause d'erreur dans la recherche des diastases.* Note de M. **M.-Emm. Pozzi-Escot.** (Extrait.)

« La coloration bleue que prend l'émulsion blanche de teinture de résine de gaïac avec l'eau, en présence de certains organes animaux ou végétaux, avait été signalée par Schœnbein; M. Gabriel Bertrand, dans ses recherches sur les oxydases, a montré qu'on avait là un réactif très sensible des actions oxydasiques, pouvant être étendu à la recherche des autres diastases en ajoutant à l'émulsion quelques gouttes d'eau oxygénée. C'est là un procédé de recherches qualitatives devenu absolument classique.

» Ce procédé est cependant propre à induire en de graves erreurs, car il est absolument incompatible avec l'existence de toute une classe de diastases très abondamment répandues et qui se rencontrent souvent dans les précipités diastasiques.

» Dans ses recherches sur la catalase (¹), M. Oscar Lœw a montré que cette diastase, quoique décomposant très énergiquement l'eau oxygénée, n'exerçait aucune action oxydante sur l'acide gaïaconique. . . .

» On sait aussi que la diastase de l'*Aspergillus Oryzæ* ne donne pas la réaction bleue avec la teinture de résine de gaïac et l'eau oxygénée, quoiqu'il y ait décomposition très évidente de l'eau oxygénée; de même, si l'on essaye le filtrat d'une culture de *Penicillium glaucum*. . . .

» J'ai montré récemment, dans mes études sur les *hydrogénases*, que ce groupe de diastases est identique avec la catalase de M. Oscar Lœw et

(¹) Oscar Lœw, *U. S. Department of Agriculture*, Rapport n° 63, 1901, p. 11.

ne donne pas la réaction bleue du gaïac en présence d'eau oxygénée, quoique celle-ci soit décomposée avec une très grande énergie. J'ai cherché l'explication de cette singulière anomalie et je l'ai trouvée expérimentalement dans l'action réductrice des *hydrogénases* sur le gaïacosonide, ainsi qu'il résulte des faits que j'ai observés avec la levure basse de brasserie; avec une solution de diastase oxydante préparée soit par la méthode indiquée par M. de Rey-Pailhade ([1]), soit à l'aide d'un cryptogame riche en cette diastase; avec une solution d'amylase du malt; avec un liquide riche en sucrase et en hydrogénase, préparé au moyen de la levure de bière et du sucre de canne. . . .

» Les résultats qui précèdent établissent nettement, d'une part, que les hydrogénases ne peuvent pas donner de réaction colorée avec la teinture alcoolique de résine de gaïac, et ce fait est encore une preuve en faveur de leur existence, car elles réduisent instantanément le gaïacosonide, et, d'autre part, qu'en présence d'un mélange de diastases, la teinture de résine de gaïac ne pourra donner aucune indication si l'on se trouve en présence d'hydrogénases.

» De ces deux faits il résulte, d'une part, qu'un certain nombre de travaux publiés sur les diastases et leur localisation dans des cellules spéciales, perdent de leur valeur si l'on considère que ces faits ont été établis à l'aide de réactifs colorés sur lesquels agissent les hydrogénases, et qu'on n'a pas tenu compte de cette action, et, d'autre part, que les hydrogénases sont très abondantes dans le monde vivant. »

CÉRAMIQUE. — *Sur l'analyse des glaçures des produits céramiques.* Note de M. V. DE LUYNES.

« Pour déterminer la composition d'une glaçure, il est nécessaire de la détacher de l'objet qu'elle recouvre : cette séparation est difficile, à cause de la faible épaisseur de la glaçure. Pour arriver à ce résultat, j'emploie la gélatine ou la colle de Givet. La surface de la poterie est faiblement dépolie et recouverte au pinceau d'une couche de colle; après dessiccation et passage à l'étuve, les fragments de colle sont mis en digestion avec l'eau distillée, la colle se dissout et les lamelles d'enduit vitreux sont recueillies sur un filtre. »

([1]) J. DE REY-PAILHADE, *Action des oxydases sur les hydrogénases* (*Comptes rendus*, 1895).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche des acides gras dans les eaux contaminées.* Note de M. H. **Causse**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les acides gras que l'on peut trouver dans les eaux contaminées proviennent de l'apport direct ou de l'infiltration des eaux d'égouts ou ménagères, des eaux résiduelles de certaines industries, des blanchisseries, et aussi du dédoublement anaérobie des matières albuminoïdes (A. Gautier).

» La présence des acides gras est considérée, à juste titre, comme un signe de contamination, mais on a jusqu'ici attaché peu d'importance à ces corps.

» On sait que certaines eaux n'abandonnent que peu ou point de carbonate calcique par l'ébullition (Schlœsing); que la quantité de chaux et de magnésie qu'elles renferment est souvent supérieure à celle qu'exige la saturation des acides carbonique, chlorhydrique et sulfurique contenus dans ces mêmes eaux (A. Gautier); et que des métaux tels que le fer, et même des métalloïdes comme le soufre y sont occlus (H. Causse); ces faits s'expliquent par la présence des acides gras et les combinaisons organiques qu'ils forment avec les métalloïdes ou les métaux.

» *Extraction des acides gras.* — Les acides gras ont été isolés par un procédé fondé sur l'insolubilité des combinaisons barytiques. Ces composés barytiques sont ensuite, ou bien soumis à la distillation (*a*) et, dans le liquide distillé, on recherche les acides gras, comme il sera dit plus loin; ou bien (*b*) on les transforme en sels sodiques d'où les acides sont dégagés et repris par un dissolvant convenable.

» On mesure un volume d'eau variant de 2^l à 5^l ou davantage, on ajoute par litre 25^{cm^3} d'un mélange à volumes égaux d'eau de baryte saturée et de chlorure de baryum au cinquième; on bouche, on agite, on abandonne au repos; du liquide se sépare un précipité floconneux qui se dépose. Lorsque le précipité est bien réuni, on décante, on reçoit le précipité dans un vase, on le lave à l'eau distillée pour enlever le chlorure de baryum. On obtient ainsi une masse cristalline complexe plus ou moins colorée par l'oxyde de fer et que l'on peut traiter, comme il a été dit, de deux manières différentes.

a. Par distillation. — Le précipité lavé est introduit dans un ballon tubulé, avec dix ou quinze fois son volume d'eau distillée et de l'acide sulfurique ou phosphorique étendu et en excès. On distille dans le vide avec rentrée d'air; elle doit être suffisante pour entraîner les vapeurs d'acides gras et maintenir le précipité en suspension. Lorsque l'on a obtenu en produit distillé le quart du volume primitif, on arrête l'opération, on laisse refroidir et pénétrer l'air; on recommence ensuite une seconde distil-

lation pour recueillir un volume de liquide égal au précédent. Généralement, deux distillations suffisent pour entraîner les acides gras; on s'assure d'ailleurs qu'il en est ainsi en essayant le distillatum avec le sous-acétate de plomb, qui ne doit produire aucun trouble.

» Les eaux pures donnent un liquide clair; avec les eaux impures le produit de la distillation est plus ou moins laiteux.

» A une portion du liquide on ajoute une goutte de sous-acétate de plomb : les eaux pures se comportent comme l'eau distillée, et ne sont ni troublées ni précipitées; les eaux impures donnent un louche, accompagné ou non d'un précipité blanc suivant le degré de contamination.

» Le précipité est soluble dans l'acide acétique, et partiellement dans le sous-acétate de plomb en excès; aussi ce réactif doit-il être versé avec ménagement.

» Le chlorure de baryum ammoniacal se conduit de la même manière.

» A une autre portion l'on ajoute du nitrate mercuroso-mercurique neutre : les eaux pures, ou moyennement contaminées, ne donnent lieu à aucun changement; les eaux fortement impures, particulièrement celles qui sont contaminées par des infiltrations de fosses d'aisances, fournissent un précipité blanc caséeux qui devient cristallin après quelques jours.

» Le reste du liquide est épuisé par le chloroforme pur; l'évaporation de ce dissolvant laisse une masse cristallisée que l'on examine au microscope, comme il est dit plus loin.

» Cette recherche est très sensible, surtout si l'on a un terme de comparaison provenant d'opérations antérieures; elle m'a permis de suivre les fluctuations, avec les saisons, de la matière grasse dans l'eau du Rhône.

» *b. Par transformation en sels sodiques.* — Le précipité barytique est additionné de deux fois son volume de carbonate sodique au cinquième, le mélange est chauffé sur un bain d'eau bouillant et fréquemment agité. Le précipité est décoloré, une partie du fer entre en solution avec les acides gras; après une heure de chauffe on laisse refroidir, on décante sur un filtre; le résidu est traité une seconde fois par le carbonate alcalin étendu de son volume d'eau. Les liqueurs filtrées sont réunies, neutralisées, fortement acidifiées par l'acide sulfurique, et épuisées par le chloroforme pur. Le solvant organique est filtré et évaporé; le résidu est redissous dans un volume de dissolvant aussi faible que possible, évaporé dans un verre de montre taré, et pesé après dessiccation de la matière.

» On obtient une masse butyreuse cristalline, très peu odorante, à point de fusion variable, entre 40°-60°; examinée au microscope, elle est constituée par un amas d'aiguilles longues et flexibles, groupées en paquets, analogues aux cristallisations de beurre altéré.

» Si l'on maintient le verre de montre quelque temps à 100°, une partie est volatilisée; il reste après refroidissement une masse blanche, composée de cristaux où l'on distingue particulièrement des aiguilles prismatiques, semblables à celles que donnent les acides gras.

» La proportion d'acides gras trouvée dans les eaux est, toutes choses égales, éminemment variable : celles qui en contiennent sont aussi impures

en hiver, au moment des fortes gelées, que dans la période de sécheresse; le maximum de pureté a lieu au printemps, lorsque les eaux sont grossies par la fonte des glaces ou des neiges.

» Le Rhône fournit en hiver une moyenne de $0^{mg},06$; en été, lorsque le fleuve est très bas, $0^{mg},1$; au printemps, $0^{mg},01$-$0^{mg},02$: au litre.

» *Relations des acides gras avec la contamination.* — Les acides gras ne sont pas nuisibles par eux-mêmes, bien qu'ils témoignent que l'eau est contaminée. Lorsque leur proportion est voisine de $0^{mg},01$ au litre, leur influence sur les qualités de l'eau est peu sensible, mais manifeste. Ils recolorent *lentement* et *incomplètement* le violet sulfureux. Le paradiazobenzène-sulfonate de sodium donne une faible coloration jaune, sans toutefois trace d'orangé. Mais il en est autrement lorsque la quantité d'acides gras augmente; le taux d'oxygène en dissolution baisse, en même temps que les réactions des eaux pures disparaissent, pour faire place à celles des eaux contaminées. En hiver, durant la période de froid, les choses semblent rester stationnaires, et se borner à l'existence des acides gras ; en été, les bactéries font leur œuvre et l'on voit apparaître dans ces eaux les composés sulfurés, organiques et minéraux, en même temps que les réactions colorées caractéristiques de la contamination par les produits de putréfaction. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *La résistance des globules rouges du sang déterminée par la conductibilité électrique.* Note de MM. Calugareanu et Victor Henri, présentée par M. Alfred Giard.

« La résistance des globules rouges du sang est ordinairement déterminée par la méthode de Hamburger, qui consiste à mélanger un certain volume de purée de globules ou de sang défibriné (par exemple $0^{cm^3},5$) avec des solutions de concentrations croissantes, à centrifuger ces mélanges et à observer la concentration limite pour laquelle la matière colorante sort des globules dans le liquide extérieur. M. Lapicque a perfectionné cette méthode en dosant la proportion d'hémoglobine sortie des globules dans les solutions de différentes concentrations. Dans ces déterminations, on étudie suivant quelles lois la matière colorante sort des globules rouges et diffuse dans le liquide avec lequel on les mélange.

» Nous nous sommes proposé d'étudier les conditions de sortie des sels des globules rouges; on doit en effet se demander si les globules se trou-

vant mélangés à des solutions différentes perdent leurs sels dans la même mesure que l'hémoglobine; plusieurs auteurs ont implicitement fait cette hypothèse, qui les a conduits à appliquer les lois de l'osmose à l'étude de la résistance des globules rouges.

» Pour pouvoir suivre quantitativement la sortie des sels des globules rouges il est très avantageux de se servir de la mesure de la conductibilité électrique des solutions.

» Nous avons employé la méthode de Kohlrausch, perfectionnée par Ostwald, qui permet d'opérer rapidement avec une faible quantité de liquide (5^{cm^3} suffisent) et qui donne une précision de $\frac{1}{200}$. Toutes les mesures ont été faites à la température de 25°.

» Pour obtenir des variations plus sensibles et pour faciliter la discussion des résultats, il est avantageux d'employer comme liquide de dilution des solutions de non-électrolytes, ayant une conductibilité électrique extrêmement faible. Nous nous sommes servis de solutions de saccharose pur. La conductibilité spécifique k de la solution de saccharose à 56 pour 1000 était égale à 0,0000036, et pour la solution à 70 pour 1000, elle était de 0,0000045.

» Plusieurs expériences consistant à mélanger 1^{cm^3} ou $0^{cm^3},5$ de globules avec 5^{cm^3} de solutions diverses de saccharose, à centrifuger ces mélanges et à mesurer la conductibilité électrique des liquides surnageants, montrèrent que la conductibilité électrique de ces liquides surnageants est d'autant plus grande que la concentration de la solution de saccharose est plus faible; cette augmentation de la conductibilité électrique est due aux sels sortis des globules rouges. En comparant la courbe représentant les proportions de matière colorante sortie des globules dans différentes solutions de sucre, avec la courbe de conductibilité électrique des mêmes solutions qui représente la sortie des sels des globules, on aperçoit que, dans les cas où les globules n'avaient pas perdu leur matière colorante, ils avaient cédé au liquide extérieur une partie de leurs sels. Ce résultat, qui est étudié par l'un de nous (Calugareanu) avec détails, nous a donc conduits à déterminer comment les globules rouges perdent leurs sels, lorsqu'on les lave avec des solutions de sucre qui ne font pas diffuser la matière colorante.

» Nous avons opéré avec du sang de chien, défibriné et centrifugé pendant trois quarts d'heure. Deux portions de 20^{cm^3} du dépôt de globules rouges sont mélangées, l'une avec 30^{cm^3} d'une solution de saccharose à 56 pour 1000 et l'autre avec 30^{cm^3} d'une solution de saccharose à 70 pour 1000. Ces mélanges sont centrifugés pendant 1 heure; on décante les liquides de lavage et l'on en mesure la conductibilité électrique; on prend 1^{cm^3} de globules dans chaque tube et l'on mélange avec 5^{cm^3} d'eau distillée, qui détruit les globules; on détermine la conductibilité électrique de ces mélanges : cette mesure indique la quantité de sels contenus dans 1^{cm^3} de globules rouges après le premier lavage. Ensuite on ajoute dans les deux tubes 30^{cm^3} des solutions de sucre à 56 et à 70 pour 1000, on mélange, on centrifuge et l'on fait les prises comme précédemment. On répète cette manipulation quatre fois, ceci donne donc les résultats de quatre lavages successifs des globules rouges par les deux solutions sucrées.

» Voici les valeurs des conductibilités spécifiques des dilutions de 1^{cm^3} de globules avec 5^{cm^3} d'eau distillée :

	Lavage avec la solution à	
	56 pour 1000.	70 pour 1000.
1^{cm^3} globules avant les lavages...........	$10,92 \times 10^{-4}$	$10,92 \times 10^{-4}$
» » après le premier lavage.....	$8,57 \times 10^{-4}$	$9,10 \times 10^{-4}$
» » après le deuxième lavage....	$8,06 \times 10^{-4}$	$8,20 \times 10^{-4}$
» » après le troisième lavage....	$7,78 \times 10^{-4}$	$7,08 \times 10^{-4}$
» » après le quatrième lavage...	$6,92 \times 10^{-4}$	$5,71 \times 10^{-4}$

» Les nombres du Tableau précédent montrent que la conductibilité électrique diminue à mesure que le nombre de lavages augmente, par conséquent la teneur en sels des globules rouges diminue lorsqu'on les lave avec des solutions de saccharose que l'on appelle ordinairement *isotoniques* et *hypertoniques*, qui laissent intacte la matière colorante des globules.

» Il semble donc que les sels se trouvent dans les globules à un état labile, ils peuvent sortir au dehors plus facilement que la matière colorante, et cette sortie se produit dans des solutions qui sont considérées par la plupart des auteurs comme n'attaquant pas les globules.

» *En résumé*, dans l'étude de la résistance des globules rouges il est nécessaire de déterminer, à côté de la sortie de l'hémoglobine, aussi la sortie des sels des globules. Cette détermination peut être faite avec une grande précision par la mesure de la conductibilité électrique des solutions. L'application de cette méthode montre que les globules rouges peuvent perdre une partie de leurs sels sans laisser sortir au dehors leur matière colorante. Cet appauvrissement en sels des globules rouges se produit dans une proportion notable lorsqu'on lave les globules par une solution de saccharose dite *isotonique* ou *hypertonique*, qui laisse intacte la matière colorante des globules. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur une production conjuguée d'indoxyle et d'urée dans l'organisme*. Note de M. **Julius Gnezda**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Une observation, que nous avons continuée soigneusement durant un mois chez une aliénée, nous démontra qu'elle excrétait régulièrement par ses urines plus d'indoxyle dans la matinée que dans la soirée, et que, chaque matin, les quantités d'urée étaient aussi proportionnellement augmentées. Cette remarque nous amena à étudier comparativement l'excré-

tion de l'indoxyle et de l'urée dans d'autres cas où, comme chez la femme ci-dessus, il n'existait pas dans l'organisme de processus putréfactifs.

» Un enfant atteint de rougeole, n'ayant pas de constipation, et ne prenant aucun médicament, fut intentionnellement choisi pour suivre cette recherche; la maladie morbileuse n'ayant pas jusqu'ici pu être rattachée à l'existence d'un microbe qu'on eût pu supposer produire de l'indol.

» Pour les recherches de l'indoxyle dans les urines, celles-ci étaient précipitées par l'acide acétique étendu, et l'indigo fourni par oxydation, grâce à l'addition d'un peu d'hypochlorite de chaux, était enlevé par le chloroforme et pesé directement en tenant compte d'une trace de sels extraits. Dans d'autres cas, on dosa l'indigo colorimétriquement.

» Quant à l'urée, elle était dosée par la méthode Mörner-Sjoqvist et Kjeldahl. L'azote total était titré d'après Kjeldahl.

» Les nombres furent tous rapportés au litre d'urine, quoique l'enfant n'en excrétât que 200^{cm^3} à 250^{cm^3} par jour.

» Voici les résultats pour deux jours consécutifs α et β :

	Urine du jour α :	Urine du jour suivant β :
Réaction	faibl. alcaline.	neutre.
Indigo	$0^g,600$	$2^g,780$
Urée	16,110	21,411
Azote de l'urée	7,518	9,992
Azote de l'urée et de l'indigo	7,582	10,289
Azote des autres matières azotées	3,116	1,567
Azote total	10,698	11,856

» Ainsi, la différence entre l'indigo des jours α et β est ici de $2^g,180$. En calculant l'indigo en indoxyle réellement excrété, nous trouvons que, pour $2^g,213$ d'indoxyle formé dans l'organisme, il se produit $5^g,301$ d'urée en excès. Si l'on rapporte ces nombres aux poids moléculaires, 133 pour l'indoxyle et 60 pour l'urée, il s'ensuit que la production de chaque molécule d'indoxyle s'accompagnerait de celle de 6^{mol} d'urée. Toutefois, les relations inconnues qui lient dans l'organisme la formation de l'indoxyle à celle de l'urée doivent conduire à des nombres relatifs de molécules un peu différents des précédents, puisqu'il se forme en même temps du scatoxyle dont on ne sait pas apprécier la quantité dans les urines.

» Ayant constaté aussi dans la scarlatine la production d'un excès d'urée et, proportionnellement, d'indoxyle urinaire ; remarquant d'ailleurs que la formation d'urée dans l'intestin par les bactéries est chose inconnue ; qu'il existe souvent aussi un excès d'indoxyle dans les urines *très acides;* que chez les diabétiques l'excès d'indoxyle coïncide souvent avec une excrétion considérable d'urée..., nous concluons qu'il faut qu'il existe dans l'organisme une source d'indoxyle, d'origine non bactérienne, résul-

tant sans doute de l'oxydation d'un groupement indoxylique dérivé de la molécule albuminoïde, oxydation qui est liée à la production simultanée d'une certaine quantité d'urée. L'indoxyle urinaire ne saurait certainement avoir pour seule origine les fermentations putréfactives du tube intestinal. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'asphyxie par les gaz des fosses d'aisances.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Arm. Gautier.

« La plupart des Traités de Chimie et d'Hygiène attribuent les accidents d'asphyxie qui se produisent dans les fosses d'aisances à la présence de l'hydrogène sulfuré dans leur atmosphère. Il semble que ce soit E. Chevreul qui émit le premier cette opinion. Chaussier, Thénard et Dupuytren la développèrent, mais sans publier d'analyses des gaz des fosses. Ils reconnurent que $\frac{1}{1500}$ de H^2S suffit pour faire périr un oiseau, tandis qu'il en faut $\frac{1}{800}$ pour tuer un chien et $\frac{1}{250}$ pour un cheval. Parent-Duchatelet et Gaultier de Claubry s'élevèrent contre cette toxicité élevée et prétendirent que des ouvriers avaient pu vivre dans une atmosphère contenant entre 1 et 3 pour 100 de H^2S. Plus récemment, MM. Brouardel et Loye ont montré que des chiens trachéotomisés périssaient entre 2 à 3 minutes dans un mélange d'air et de H^2S à 2 pour 100, tandis que la mort ne survenait que dans un délai compris entre 17 et 55 minutes dans un mélange à 0,5 pour 100. Si nous admettons que la toxicité soit la même chez l'homme que chez le chien, il semble donc qu'une dose de 0,5 pour 100 de H^2S ne serait pas suffisante pour provoquer les accidents foudroyants que l'on voit encore trop fréquemment.

» J'ai été fort surpris de ne rencontrer dans la littérature chimique aucune analyse complète des gaz des fosses, et j'ai dû effectuer ces analyses qui m'ont donné des résultats fort variables suivant que la fosse était ou non ventilée, et même variables à quelques jours d'intervalle pour la même fosse. Le Tableau ci-dessous indique ces résultats pour 100 volumes de gaz.

	Fosses non ventilées.			Fosses ventilées.			
				3 déc.	10 déc.		
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
H^2S......	0,03	0,04	0,05	0,01	0,01	»	»
AzH^3....	3,2	3,3	3,7	1,2	1,9	»	»
CO^2......	9,6	11	10,8	4	0,6	0,32	1,03
O^2.......	3,8	0	3,7	12,1	12,6	13,72	4,5
CH^4......	28,6						
H^2.......	9,3	85,69	81,75	82,69	84,89	»	»
Az^2......	45,27						

» Le fait le plus saillant qui se dégage de ces chiffres c'est que la quantité de H^2S qui se trouve dans les fosses que j'ai examinées est minime et incapable à elle seule d'amener la mort. Elle concorde avec deux observations que m'a communiquées M. Ogier relatives à des fosses dont la vidange remontait à quatre mois. Le gaz prélevé à $0^m,10$ de la surface liquide n'a pas fourni de H^2S dosable dans un cas et, dans l'autre, en a donné 0,016 pour 100. Erismann, en étudiant les gaz que dégage un volume connu de matières fécales en fermentation, a trouvé que l'hydrogène sulfuré n'en présente que $\frac{1}{700}$, ce qui ne doit faire qu'une proportion infime après son mélange avec l'air de la fosse.

» Ces résultats inattendus peuvent se comprendre en songeant qu'il y a un grand excès d'ammoniaque libre et que, par conséquent, tout le H^2S est à l'état de AzH^4HS non dissocié dont la tension de vapeur est assez faible. Il en serait tout autrement si les matières de la fosse devenaient acides, soit par fermentation soit par addition directe de liquides acides. C'est ce qui se passe lorsque l'on déverse des produits de vidange dans les égouts dont les eaux sont habituellement acides. Il peut alors se dégager brusquement de grandes quantités de H^2S, et l'accident survenu il y a quelques années à des égoutiers de Clichy ne paraît pas avoir d'autre origine.

» Le fait le plus important établi par ces analyses est la diminution d'oxygène, qui est constante mais très variable; c'est surtout ici qu'apparaît l'utilité du tuyau d'aération. Dans le Tableau qui précède, toutes les fosses qui n'en étaient pas munies ne renfermaient pas assez d'oxygène pour permettre la respiration. La diminution de l'oxygène peut tenir à son absorption soit par les sulfures alcalins, soit par les bactéries aérobies.

» Le chiffre d'acide carbonique est presque aussi variable que celui de l'oxygène, mais à peu près en sens contraire. Il est à noter qu'une bonne partie est retenue dans le liquide, à l'état de carbonate d'ammonium. Il doit vraisemblablement son origine à des bactéries anaérobies qui ne peuvent en dégager abondamment que quand tout l'oxygène libre a disparu. Au contraire, le chiffre d'ammoniaque n'a pas fourni de variations importantes.

» Les résultats qui précèdent montrent que l'atmosphère des fosses est souvent irrespirable; mais dans aucune de celles que nous avons examinées on ne pouvait rapporter le pouvoir toxique à l'hydrogène sulfuré, tandis que la faible quantité d'oxygène contenue dans les fosses 1, 2, 3 et 7 eût suffi pour produire l'asphyxie dans un temps très court. Il est, en outre, certain que la notable quantité de CO^2 indiquée dans les analyses 1, 2, 3 et peut-être 4 eût contribué à amener l'asphyxie, ainsi que les quantités, cependant bien minimes, de H^2S et de AzH^3. Il se peut aussi que de petites quantités de matières alcaloïdiques toxiques et volatiles, et peut-être de composés phosphorés volatils, tels que ceux que M. A. Gautier a observés autrefois dans les produits de fermentation anaérobie, se produisent pendant la putréfaction et contribuent aux accidents.

» Le problème est donc fort complexe, mais le point pratique qui se dégage de ces analyses, c'est qu'aucun désinfectant ne saurait rendre

respirable l'air vicié d'une fosse. En admettant qu'il puisse absorber l'acide carbonique, l'hydrogène sulfuré et l'ammoniaque, il ne pourrait ramener l'oxygène qui fait défaut. Le seul moyen de rendre inoffensif l'air d'une fosse est donc d'y pratiquer une ventilation énergique au moment même où les ouvriers doivent y descendre. »

BOTANIQUE. — *Sur la germination des* Onguekoa *et des* Strombosia. Note de M. **Edouard Heckel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« En un court Mémoire, inséré dans la *Revue générale de Botanique* (1), j'ai fait connaître les remarquables singularités que présente la germination du *Ximenia americana* L. et j'ai signalé le double autoparasitisme de cette espèce réalisé par ses feuilles transformées (ÉCAILLES RADICIFORMES) pénétrant dans la graine et par ses suçoirs radicellaires qui s'appliquent soit sur ses propres racines, soit sur sa tige.

» Poursuivant mes recherches dans cette même famille des OLACACÉES, je me suis procuré, de Java (jardin de Buitenzorg), des graines fraîches de diverses spèces de *Strombosia*, et, du Gabon (environs de Libreville), celles d'*Onguekoa Gore* Engler (*Ongokea Klaineana* Pierre).

» Les trois *Strombosia* dont j'ai obtenu et observé la germination, en même temps que je la suivais dans *Onguekoa Gore*, sont les suivantes : *St. javanica* Blume, *St. lucida* Ceijm. et Binn., enfin *St. membranacea* Valeton; toutes m'ont présenté des phénomènes intéressants que je viens faire connaître sommairement, en rappelant que la biologie des OLACACÉES est complètement inconnue jusqu'ici. Je commencerai par l'espèce africaine. La radicule sort par le pôle aréolé de l'endocarpe : l'axe hypocotylé subit un fort accroissement et élève finalement au-dessus du sol la graine qui est longtemps portée à l'extrémité d'une tige droite ou recourbée en crosse au sommet. La racine, dans sa partie terminale souterraine, ne tarde pas à se renfler et à se tubériser en une massue lisse dont toute la partie extérieure est recouverte de petites émergences (tubercules) qui sont des racines avortées. Puis, à l'extrémité libre de cette massue, se forment deux bourgeons qui, écartant l'écorce de la racine primaire sous forme d'une collerette embrassante, se développent en deux fortes racines secondaires, accolées, mais non soudées l'une à l'autre. Celles-ci seules émettent sur toute leur surface des radicelles. Nous assistons à une véritable ramification de la racine primaire, qui, elle, se transforme en un fort réservoir alimentaire. Pendant ce temps, la gemmule et les cotylédons restent inclus dans la graine. Ces derniers organes se

(1) *Sur le processus germinatif de la graine de* Ximenia americana L. *et sur la nature des écailles radiciformes propres à cette espèce* (1899, t. II, p. 401).

rompent ensuite à leurs points d'insertion sur la tigelle en demeurant enfermés dans l'endosperme, et la graine ainsi libre de toute attache tombe à terre du haut de son axe aérien. Mais, avant la rupture des pétioles cotylédonaires, l'endosperme, dans ses parties voisines du point de sortie de la radicule, s'était déchiqueté, divisé et partagé en lambeaux.

» Après la chute de la graine, la gemmule se dégage, se redresse pendant que l'axe épicotylé s'allonge, portant d'abord des écailles comme dans *Ximenia,* puis des feuilles normales. La surface de séparation entre les axes hypo et épicotylés est marquée de deux fortes cicatrices semilunaires révélatrices de la place qu'ont occupée les cotylédons caducs. Nous avons vu que, dans *Ximenia americana L.*, les cotylédons restent aussi inclus, mais ils demeurent souterrains ainsi que la graine et ne se détachent pas de l'axe aérien. Nous allons voir dans les *Strombosia* asiatiques se reproduire, mais sans constance absolue, quelques-uns des faits que nous venons de relever dans *Onguekoa*.

» Le premier processus germinatif est identique à celui de l'*Onguekoa*. L'axe hypocotylé s'allonge beaucoup et la graine est portée assez haut au-dessus de la terre. Mais, dans deux espèces sur trois examinées (*St. lucida* et *St. membranacea*), les cotylédons ne restent pas inclus dans la graine; ils s'épanouissent au dehors en de larges surfaces après exfoliation, renversement et enfin chute simultanée des couches dissociées de l'endosperme. On retrouve cet organe au pied de la plante sous forme d'une calotte gluante.

» Au contraire, dans *St. javanica,* les cotylédons restent inclus et se séparent de l'axe aérien par un tissu de rupture dont la formation peut être facilement suivie sur les pétioles, comme dans *Onguekoa,* et la graine tombe à terre du sommet de l'axe aérien. Ici, l'endosperme qui entoure les cotylédons ne s'exfolie pas partiellement à sa base comme dans *Onguekoa*, il reste entier. D'autre part, dans tous les *Strombosia,* l'axe hypocotylé ne se tubérise pas comme cela se produit dans *Onguekoa,* et la racine primaire émet de bonne heure des radicelles nombreuses.

» En somme, dans les trois genres étudiés, les mêmes processus se poursuivent, se mêlent et s'enchaînent, au moins dans ce qu'ils ont d'essentiel et de caractéristique, à savoir : 1° inclusion des cotylédons dans les trois genres *Ximenia, Onguekoa* et *Strombosia;* 2° même mécanisme de séparation de la graine d'avec la tige dans *Onguekoa* et *Strombosia ;* 3° quand les cotylédons s'épanouissent au dehors (*Strombosia*), l'endosperme tombe par un procédé (exfoliation et renversement) qui n'est que l'accentuation de ce que l'on observe déjà dans *Onguekoa;* 4° élongation énorme de l'axe hypocotylé dans *Onguekoa* et *Strombosia.* »

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique des environs de Biarritz, Bidart et Villefranque (Basses-Pyrénées).* Note de M. LÉON BERTRAND, présentée par M. Michel Lévy.

« Dans une Note publiée aux *Comptes rendus* de la séance du 25 juin 1900 M. Michel Lévy et moi avons donné déjà quelques indications sur la nature de certains contacts anormaux de la région sous-pyrénéenne occidentale, décrits précédemment comme des failles et que nous considérions au contraire comme des surfaces de chevauchement. Les études détaillées que j'ai faites récemment dans les environs de Biarritz, Bidart et Villefranque m'ont permis de préciser davantage la nature de ces accidents et de suivre d'eux d'entre eux sur un trajet assez long.

» Il existe dans cette région deux nappes superposées d'argiles salifères et gypsifères, que nous considérons, avec la plupart des géologues, comme étant d'âge triasique. Au-dessus de chacune de ces deux nappes se trouvent des couches plus récentes, crétacées et nummulitiques; mais la série en est toujours très réduite et variable d'un point à l'autre, par suite d'étirements importants, principalement pour les couches superposées à la nappe inférieure de Trias et surmontées par la nappe supérieure.

» Les deux bandes triasiques sont très développées et bien distinctes à l'est de la Nive, à Villefranque. La nappe supérieure vient du nord, de la région de Saint-Pierre-d'Irube, où elle passe à la bifurcation des routes de Bayonne à Villefranque et à Briscous, puis elle se dévie vers l'ouest et passe à la saline de Villefranque et aux carrières d'ophite de Sainte-Marie.

» La bande inférieure, plus méridionale, vient de la région de Briscous, c'est-à-dire de l'est, et est jalonnée par plusieurs salines exploitées; elle passe au village de Villefranque et renferme aussi des masses d'ophite importantes. Ces deux bandes sont séparées par les couches crétacées, bien visibles auprès du château de Larralde et dans une tranchée du chemin de fer de Bayonne à Saint-Jean-Pied-de-Port, au-dessous de ce château.

» Les deux nappes triasiques traversent la Nive et se dirigent vers l'ouest; celle du nord, jalonnée par plusieurs affleurements intermédiaires, arrive au bord sud du lac de Mouriscot et se montre, à l'extrémité sud-ouest de ce lac, recouverte directement par les marnes bleues à *Serpula spirulæa* et superposée au calcaire danien. Celui-ci, dans un sondage voisin foré au bord du lac, repose sur la nappe triasique inférieure, dont la continuité entre Bassussary et ce point est masquée par la couverture de sable des Landes. Ces deux bandes triasiques se poursuivent plus à l'ouest, visibles dans le ravin de Beherico, où elles sont encore séparées par le Danien, la nappe supérieure

étant recouverte par le Sénonien et les marnes nummulitiques. Elles se retrouvent toutes deux dans la falaise de Sacchino; le substratum de la nappe inférieure est constitué par la série crétacée régulière de Bidart (Cénomanien, Sénonien et Danien), plongeant régulièrement vers le nord et s'enfonçant sous la lame triasique inférieure par l'intermédiaire d'une série de marnes et de calcaires crétacés dont je n'ai pu déterminer l'âge précis, qui reposent sur la partie supérieure du calcaire danien, très froissé, suivant une surface de discontinuité évidente. Entre les deux lames triasiques et immédiatement au-dessus de la lame supérieure se trouvent les marnes avec bancs calcaires à silex et à Orbitolines du Cénomanien, le tout formant en apparence une série continue et dont le plongement tourne régulièrement du nord vers l'est, à l'extrémité nord de la falaise de Sacchino. Les deux nappes triasiques reparaissent sur la plage de l'Océan, entre Sacchino et Biarritz, dans les rochers situés au voisinage du moulin de Larralde et de l'embouchure du ruisseau de Mouligna; mais elles affleurent là avec la direction nord-nord-est de la falaise, c'est-à-dire après avoir subi une torsion d'environ 120°. De plus, la lame supérieure, formée d'argiles rouges avec bancs de gypse, se montre là presque verticale et bordée, de part et d'autre, par les calcaires à *Nummulites perforata*. La lame inférieure est seulement visible en partie, car on ne peut voir sous la mer son bord occidental; on y observe les calcaires à dipyre et aiguilles de quartz du Jurassique inférieur ou du Trias et les pointements d'ophite connus depuis longtemps. Ces deux lames se dévient de nouveau, avec l'ensemble des couches nummulitiques, vers le nord, puis le nord-ouest, pour disparaître définitivement sous l'Océan.

» Si nous essayons, d'après les observations résumées plus haut, de nous faire une opinion sur la nature de ces accidents, les sinuosités successives et très accusées des bandes triasiques (que ne partagent nullement les couches crétacées de Bidart qui en forment le substratum), les étirements très variables et très importants des séries *normales* de couches plus récentes qui reposent sur le Trias, tous ces caractères sont bien plus explicables et naturels dans l'hypothèse de nappes charriées ayant leur origine à une certaine distance que s'il s'agissait de chevauchements locaux. D'autres faits sont assez peu compatibles aussi avec la seconde hypothèse; si on la considérait comme exacte, le chevauchement se serait fait vers le sud à la falaise de Sacchino et au lac de Mouriscot, puisque le plongement général des couches a lieu vers le nord ou le nord-ouest; mais, déjà dans ce second point, les calcaires daniens intercalés entre les deux nappes triasiques ont été plissés et forment un anticlinal dont le flanc nord-ouest est beaucoup plus voisin de la verticale que le flanc sud-est; quand on va plus à l'est, dans la tranchée du chemin de fer de Bayonne à Saint-Jean-Pied-de-Port citée plus haut, entre les deux bandes triasiques de Villefranque, on voit les couches cénomaniennes présentant des plis très aigus et *déversés fortement vers le nord*, ce qui est bien peu admissible si le chevauchement des nappes avait eu lieu vers le sud.

» Ces plissements secondaires des couches comprises entre les deux nappes de Trias, ainsi que les autres caractères cités plus haut (grandes sinuosités des affleurements, étirements très importants des couches en superposition normale) semblent bien démontrer qu'il s'agit de *nappes*

charriées, dont les racines sont actuellement inconnues. Quant au *sens du charriage*, les observations faites récemment par M. Lugeon sur les nappes des Alpes suisses semblent bien démontrer qu'il s'est fait dans le sens indiqué par le déversement des plis secondaires, qui se présenteraient comme des accidents contemporains et corrélatifs du phénomène du charriage. Il y a probabilité pour que *les racines de ces nappes doivent être trouvées plus au sud* et que ces nappes nous soient conservées actuellement, dans la région où je les ai étudiées, par suite d'un abaissement important de leur niveau dans leur région frontale sous-pyrénéenne, qui les a fait échapper là à l'érosion antérieure à la formation du sable des Landes. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans la zone subbétique.* Note de M. **René Nicklès**, présentée par M. Michel Lévy.

« J'ai déjà indiqué (¹) avec quelle régularité les ridements de la zone subbétique, parallèles à la direction de la chaîne bétique, comme l'ont montré MM. M. Bertrand et Kilian pour l'Andalousie, se continuent vers l'E.N.E. dans le nord-est de la province de Grenade et dans les provinces d'Almeria, de Murcie, de Valence et d'Alicante (sierras Seca, Grillemona, Sagra, Maria, de Periate, de Caravaca, de las Cabras, de Crevillente, Carrasqueta, Aitana, de la Almudaina, Serrella, Mariola, Agullent et de Benicadell).

» Non seulement ce ridement se poursuit d'une façon régulière, mais à part quelques exceptions purement locales, les plis, fréquemment déversés, le sont constamment vers le nord, et en quelques points ces déversements arrivent à prendre les proportions de lambeaux de recouvrement (Peña Rubia).

» Parmi les sierras présentant des phénomènes de déversement il convient de citer :

» 1° La sierra Mariola dont j'ai indiqué la structure (²) en 1891 et dont les couches surplombent, en se renversant au nord, la vallée de Agres (province d'Alicante).

» 2° La sierra de las Cabras (province de Murcie) qui présente un déversement analogue au précédent au Puerto de la Mala Mujer. Bien qu'on ne puisse, par suite du défaut de fossiles, repérer exactement les niveaux, l'uniformité remarquable des dépôts

---

(¹) *Comptes rendus*, 2 mai 1896.

(²) *Ann. Hébert*, t. I, p. 151.

crétacés permet de reconnaître comme sénoniens les calcaires blancs compacts surmontés par des dolomies identiques aux dolomies cénomaniennes de la sierra Mariola. Cette allure renversée se poursuit sur une assez grande longueur, toujours dans la même direction.

» 3° Plus loin, à l'ouest, les dislocations plus intenses donnent lieu, près de Cehegin (province de Murcie), à des phénomènes de charriage. Le lambeau secondaire de la Peña Rubia n'est en somme qu'une écaille de Jurassique supérieur et de Néocomien recouvrant partiellement un lambeau de Néocomien qui repose lui-même sur le Trias : cette superposition se manifeste en divers points sur le pourtour nord et est du lambeau. Si l'intensité du ridement est plus grande en cette région, l'orientation est restée sensiblement la même que précédemment.

» 4° Enfin, dans le nord de la province de Grenade, la sierra Sagra, constituée par le Jurassique inférieur, présente l'aspect d'une vaste écaille dominant de toutes parts les terrains plus récents séparés d'elle par un liséré intermittent de Keuper : mais ce dernier fait mérite encore vérification ainsi que l'existence presque certaine de grands plis déversés au nord dans la sierra Magina aux environs de Mancha Real (province de Jaen).

» La Peña Rubia et la sierra Sagra ne sont certainement pas les seuls exemples de charriage de la zone subbétique. J'ai observé fréquemment dans la province d'Alicante des lambeaux d'âges divers, soit jurassiques, soit crétacés, soit même éocènes. Quel que soit leur âge, ces lambeaux reposent uniformément sur les marnes irisées fortement plissées (Alfàz, Callosa de Ensarria). De Verneuil avait, en 1856, fait allusion à cette inconstance remarquable du contact du Trias et des terrains qu'il supporte (Hellin, Jumilla).

» Il est probable que l'explication de cette inconstance extrêmement fréquente et visible, sur de faibles distances, entre le Trias et les étages anté-miocènes qui le surmontent doit être cherchée dans des phénomènes de charriage intenses, dirigés vers le nord, plutôt que dans des oscillations fréquentes du sol pendant le Jurassique et le Crétacé. Ce qui favorise cette manière de voir, c'est d'abord la trace manifeste d'actions mécaniques au plan de contact; c'est aussi la constance de facies de la plupart des étages secondaires et éocènes qui, lorsqu'ils reposent sur le Trias, ont la même nature que lorsqu'ils se trouvent sur les couches les supportant naturellement; les facies vaseux à Céphalopodes tant du Jurassique supérieur que de l'Infracrétacé, les calcaires blancs à Inocérames sénoniens se présentent avec une uniformité remarquable dans la zone où ces charriages ont eu lieu : si les fossiles, en certains points, ont paru plus rares ou semblé faire défaut, l'identité lithologique est hors de doute.

» La difficulté d'interpréter les lambeaux du sud de la province d'Ali-

cante s'explique par ce fait que l'érosion y a été poussée plus loin que dans la province de Murcie et de Grenade, et empêche le plus souvent d'y suivre le raccordement des plis.

» Ces phénomènes présentent d'ailleurs dans leurs détails les plus grandes analogies avec ceux des régions classiques à grands plis couchés vers le nord, telles que la Provence et le versant méridional de la Montagne Noire. »

GÉOLOGIE. — *Essai de Carte géologique du Bambouk (Soudan français), à* $\frac{1}{250000}$. Note de M. **Alex.-J. Bourdariat**, présentée par M. de Lapparent.

« Au cours d'une mission dans le Soudan français, j'ai recueilli sur la géologie du Bambouk un certain nombre d'observations, résumées dans une Carte dont j'ai l'honneur de faire hommage à la Bibliothèque de l'Académie. Si limités que fussent les moyens dont je disposais, j'ai pu établir la structure d'ensemble de cette importante région, sur laquelle on ne possédait, jusqu'à ce jour, que de très vagues renseignements.

» On peut reconnaître dans le Bambouk les principales formations géologiques suivantes :

» 1° Un massif cristallin comprenant des roches granitoïdes à amphibole et plagioclase abondants et se présentant en îlots espacés, dont le grand axe a généralement une direction N.N.O.-S.S.E. On y remarque fréquemment des épanchements de roches basiques anciennes du type amphibolique ou dioritique;

» 2° Des schistes amphiboliques quartzifères, riches en hornblende, que l'on voit près de Kéniéba, au contact des granites;

» 3° Des schistes argileux ordinairement surmontés par des grès, visibles, soit dans la partie centrale du Bambouk, où ils constituent de petits mamelons, soit sur la rive gauche de la Falémé, qu'ils longent en formant une bande étroite ayant une plongée ouest de 60° à 70°;

» 4° Des talcschistes et des quartzites s'étendant près de la rive gauche de la Falémé et du Sénégal, au sud de Bakel;

» 5° Une importante assise de grès, sans fossiles caractéristiques, constituant les montagnes du Tambaoura, qui traversent tout le Bambouk, suivant une grande faille orientée N.N.O.-S.S.E.;

» 6° Un vaste dépôt de latérite d'une épaisseur de 5^{m} à 20^{m}, offrant diverses variétés de texture. Il se présente, en effet, soit sous forme de conglomérat ferrugineux, soit en dépôt terreux rougeâtre, ou bien encore sous une forme concrétionnée. Ces diverses variétés ont une grande analogie avec celles que j'ai observées dans d'autres

régions de l'Afrique tropicale (Sénégal, Guinée française, Côte d'Ivoire, etc.). Elles semblent provenir de l'altération, sur place, des roches sous-jacentes, ainsi que tendraient à le démontrer, notamment, les latérites des monts Tambaoura, qui sont en grande partie formées par des fragments de grès identiques au grès en place, sur lequel elles reposent.

» *En résumé*, les faits généraux qui ressortent de l'énumération qui vient d'être faite sont :

» 1° L'existence dans le Bambouk d'une grande faille N.N.O.-S.S.E. ayant donné lieu à la zone d'affaissement située à l'ouest des montagnes de Tambaoura ;

» 2° L'énorme développement des latérites qui sont interrompues, en certains points, par des formations granitiques ou schisteuses ;

» 3° L'existence d'une puissante assise gréseuse s'étendant à l'est de la grande faille dont il vient d'être question. »

HYDROGRAPHIE. — *Sur la constitution du sol subocéanique.* Note de M. **J. Thoulet**.

« Une couche de roche possède rarement une constitution absolument identique dans toute son épaisseur. Un examen attentif à la loupe, et mieux encore au microscope, y indique des différences de constitution physique, tandis qu'une analyse en montre dans la composition chimique. Ces différences, peu sensibles dans l'étendue d'un même plan horizontal, sont beaucoup plus accentuées dans le sens vertical, même à un intervalle de quelques centimètres. Elles apparaissent nettement sur les bancs rocheux exposés aux intempéries ou, dans les déserts, sur la tranche des couches ayant subi les effets de la diflation sous l'action du vent chargé de particules sableuses. La roche prend alors un aspect feuilleté caractéristique. Cette variété de constitution date-t-elle de l'origine même des bancs rocheux ou est-elle due à des actions postérieures à la formation de la roche?

» Pour essayer de résoudre cette question, je me suis servi de boudins de vases profondes, cylindres de $0^m,025$ de diamètre et de $0^m,25$ ou $0^m,30$ de longueur, découpés comme à l'emporte-pièce par le tube du sondeur Buchanan dans le sol sous-marin pendant les sondages océaniques. Ces boudins, dont S. A. S. le Prince de Monaco a bien voulu me confier l'étude, ont été recueillis sous mes yeux pendant la campagne du yacht *Princesse-Alice* dans l'archipel du Cap Vert en 1901. J'avais eu le soin, au

moment de leur récolte, de marquer sur chacun d'eux le haut et le bas. Ces boudins, pour être conservés intacts, ont été enveloppés d'une bande de toile, puis d'une feuille de papier à filtre, et introduits isolément dans un large tube de verre. De retour dans mon laboratoire, sur dix de ces échantillons, j'ai prélevé deux prises d'essai, l'une en haut, l'autre en bas, à une distance de $0^m,10$ à $0^m,15$ l'une de l'autre, et j'en ai fait l'analyse.

» J'ai employé la méthode dont je me sers d'ordinaire et que j'ai décrite à diverses reprises : lavage pour dessaler l'échantillon, tamisages successifs aux tamis de soie nos 30, 60, 100 et 200, dosage direct du calcaire par pesée de l'acide carbonique dégagé, tamisage du résidu avec les mêmes tamis. Les résultats analytiques ont été ramenés à 100. Afin de découvrir la variation de tel ou tel élément entre le haut et le bas de chaque échantillon, j'ai dressé un Tableau relatif à chacun d'eux. La comparaison des chiffres contenus dans chaque colonne et de leur moyenne fournit immédiatement la réponse à la question posée.

» Les échantillons proviennent de la portion orientale de l'Atlantique nord, depuis le détroit de Gibraltar jusqu'à l'archipel du Cap Vert, en passant par Madère et les Canaries. Leur profondeur varie de 851^m à 5460^m.

» Ces recherches m'ont montré que, à mesure qu'on pénètre plus profondément dans l'épaisseur du sol sous-marin, il y a diminution de la proportion de vase, diminution du calcaire contenu dans la vase, diminution de la quantité totale du calcaire et, au contraire, augmentation de la proportion des grains sableux, qui est d'ailleurs inverse de celle de la vase; augmentation de la proportion d'argile pure, inattaquable aux acides, contenus dans la vase; augmentation des grains gros, moyens, fins et très fins. Les grains minéraux non calcaires sont trop peu abondants dans les échantillons analysés, et trop irrégulièrement distribués, pour autoriser une conclusion à leur égard.

» Ces lois paraissent être d'autant plus nettes que les fonds considérés sont situés à des profondeurs plus considérables au-dessous de la surface de l'eau.

» Toutefois, ces diverses variations, soit en plus, soit en moins, sont faibles et tout à fait comparables aux variations analogues constatées dans l'épaisseur des couches géologiques. Elles proviennent évidemment de modifications qui se sont fait sentir dans les couches d'eau sus-jacentes et particulièrement à la surface. Il en résulte que, même aux plus grandes profondeurs, la constitution du fond des océans est sous l'influence des conditions superficielles et en porte la trace.

» Si l'on applique cette remarque aux couches géologiques anciennes aujourd'hui émergées, on voit que l'analyse chimique, mécanique et minéralogique est de nature à renseigner, d'une façon beaucoup plus précise et

plus détaillée qu'on n'aurait été tenté de le croire, sur les conditions superficielles de l'océan disparu dans les profondeurs duquel les couches se sont autrefois déposées. »

M. P. Vincent adresse une Note « Sur l'étude directe du mouvement d'un aérostat dirigeable ».

Cette Note est renvoyée à la Commission des Aérostats.

M. C. Benz adresse une Note intitulée : « Transformation de l'équation képlérienne dans une série de toute convergence ».

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 février 1902.

Essai de Carte géologique du Bambouk, par Alex.-J. Bourdariat, chargé de mission au Soudan français, d'après ses observations et études personnelles, 1902; échelle $\frac{1}{250000}$. Paris, Dorlet frères; 1 feuille grand-aigle. (Présenté par M. de Lapparent.)

Assemblée générale des actionnaires de la Banque de France, du 30 *janvier* 1902, sous la présidence de M. G. Pallain, Gouverneur. *Compte rendu*, au nom du Conseil général de la Banque et *Rapport* de MM. les Censeurs. Paris, impr. Paul Dupont, 1902; 1 fasc. in-4°.

Annales scientifiques de l'École Normale supérieure, publiées sous les auspices du Ministre de l'Instruction publique, par un Comité de rédaction composé des Maîtres de Conférences de l'École; 3e série, t. XIX, n° 1, janvier 1902. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes : *Annales du Commerce extérieur*; année 1902, 1er fascicule. Paris, Imprimerie Nationale; 1 fasc. in-8°.

L'Enseignement mathématique, Revue internationale, paraissant tous les deux

mois. Directeurs : MM. C.-A. Laisant et H. Fehr; IVe année, n° 1, 15 janvier 1902. Paris, C. Naud, 1902; 1 fasc. in-8°.

Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx. Directeurs : MM. Lermoyez et P. Sebileau; t. XXVIII, n° 1, janvier 1902. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Die Samoa-Inseln. Entwurf einer Monographie mit besonderer Berücksichtigung Deutsch-Samoas, von Dr Augustin Kræmer; Bd. I : *Verfassung, Stammbäume und Ueberlieferungen;* mit 3 Tafeln, 4 Karten und 44 Textfiguren. Stuttgart, E. Nägele, 1902; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Apuntes de Quimica, per el Dr Pedro-N. Arata; tercera edicion. Buenos-Ayres, 1901; 3 vol. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

Sulle polveri sciroccali cadute in Italia nel marzo 1901. Communicazione dell'ing. Enrico Clerici. Rome, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Note di Matematica, del tenente Luciano Orlando. Messine, 1902; 1 fasc. in-8°.

Casopis pro pestovani mathematiky a fysiky; t. XXXI, nos 1, 2, 3. *Index.* Prague, 1901; 4 fasc. in-8°.

Sbornik Jednoty Ceskych Mathematiku; n° V. Prague, 1902; 1 vol. in-8°.

Atlas geologiczny Galicyi; zeszyt XIII; Kart trzy : *Przemysl* (VIII, 5), *Brzozow i Sanok* (VII, 6), *Lupkow i Wola Michowa* (VII, 8); opracowal Prof. Dr W. Szajnocha. Cracovie, 1901; 1 fasc. in-8° et 1 fasc. in-f°.

ERRATA.

(Séance du 17 février 1902.)

Note de M. *Frédéric Houssay,* Comparaison de la ponte chez des poules carnivores et chez des poules granivores :

Page 432, ligne 22, *au lieu du nombre* 4,04 9, *lisez* 4,049 4.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 MARS 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CÉRAMIQUE. — *Sur un vase antique trouvé à Abou-Roach*; par M. BERTHELOT.

« Ce vase m'a été envoyé par le Directeur de l'Institut français d'Archéologie orientale du Caire. D'après les renseignements contenus dans la lettre qui l'accompagnait, il a été trouvé dans des fouilles pratiquées à Abou-Roach, et provient des ruines de la chapelle funéraire de la pyramide du roi Didoufrî, qui vivait au début de la IVe dynastie; on l'a rencontré à 1^m de profondeur environ, dans une énorme fosse, creusée au sein de la roche et remplie par du sable mêlé d'un peu d'argile, provenant de la décomposition des constructions en briques crues, édifiées à peu de distance de là. La nécropole d'où cet objet provient est située sur un plateau élevé de 100^m environ au-dessus du niveau du Nil, et par conséquent complètement à l'abri des eaux d'infiltration. Son antiquité reculée et la nature de la matière dont il est formé en font un document particulièrement rare. En effet, les personnes qui l'ont découvert le regardaient comme de nature métallique et constitué originairement par de l'argent, opinion que l'analyse chimique n'a point confirmée; mais elle a soulevé des problèmes de Céramique imprévus et d'un caractère singulier. Aussi ai-je cru devoir en faire exécuter une analyse complète.

» L'objet se présente sous la forme d'une coupe, en majeure partie conservée, quoique brisée d'un côté, de forme hémisphérique, analogue à un bol. Son diamètre à l'orifice est de 16^{cm}, sa profondeur de 6^{cm}, son épaisseur de 4^{mm} à 5^{mm}. Il est constitué par une matière grisâtre, pesante, schisteuse et feuilletée, dédoublée dans le fond en plusieurs couches épaisses, facile à réduire en poussière. Entre les feuillets gris examinés à la loupe, on aperçoit une matière blanche, interposée par places. La poussière,

écrasée sous le pilon dans un mortier d'agate, ne laisse aucune trace métallique; broyée avec un peu de mercure, elle ne donne pas indice d'amalgamation : l'acide azotique n'en dégage pas à froid de vapeur nitreuse appréciable. D'après ces caractères, le vase, dans son état présent, ne paraît pas contenir de parties métalliques libres.

» La patine renfermait du carbonate de chaux, un peu de sulfate, du chlorure, de la silice en abondance, pas de phosphate ni de sulfure, mais du plomb, de la chaux, un peu de magnésie; ni cuivre, ni argent, ni étain, ni fer, ni autre métal notable.

» Quelques fragments détachés du vase lui-même ont donné à l'analyse les résultats suivants :

				Représentation.		
Plomb	24,17 et 24,26	Moyenne.	24,217	$PbCl^2$..	20,37	renfermant Pb. 15,17
				PbO...	9,745	renfermant Pb. 9,045
Calcium	4,27 et 4,08	Moyenne.	4,175			à l'état de silicates.
Sodium	0,94 et 0,93	Moyenne.	0,935	Na^2O..	1,25	
Chlore			5,20	CaO...	0,77	
Acide carbonique			3,95	CO^3Ca.	8,975	
Eau			1,20	H^2O...	1,20	
Silice	57,37 et 57,60	Moyenne.	57,485	SiO^2...	57,485	
Pas d'alumine.					99,8	
Oxygène complémentaire des oxydes : calculé			2,695			
			99,8			

» Cette composition varie d'ailleurs un peu, suivant les points où l'on prélève la matière, une autre analyse ayant donné

$$Pb = 28{,}93, \qquad SiO^2 = 51{,}27, \qquad Cl = 6{,}81.$$

» D'après les indications qui m'ont été transmises avec la coupe, dans une Lettre datée du 30 janvier, il ne paraît pas vraisemblable que ces produits aient subi l'action des eaux saumâtres, auxquelles j'avais été porté à attribuer la présence des chlorures. La préexistence de ces derniers dès l'origine devient ainsi à peu près certaine dans l'objet fabriqué. Dès lors elle ne saurait guère être expliquée autrement que par l'emploi simultané du sel marin (chlorure de sodium) et de la litharge (oxyde de plomb) dans l'opération qui a fourni le vase. En d'autres termes, ce vase n'était pas à l'origine une coupe de métal, argent ou plomb, mais un objet préparé par la réaction d'un sable fin sur un mélange de litharge et de chlorure de sodium. Comme la matière n'a pas pu être fondue, d'après sa

composition et d'après son aspect actuel, l'emploi de ces composés répond à la double notion de couverte et de matière agglomérante. On a soumis à la cuisson le vase façonné comme une sorte de faïence. Mais la couverte a été désagrégée durant le cours des siècles. Nous retrouvons ici l'indication de produits céramiques obtenus par une sorte de fritte, très différents des nôtres, et sans doute le souvenir des essais divers de fabrication tentés en ces temps reculés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur le siliciure de calcium* $CaSi^2$. Note de MM. **H. Moissan** et **W. Dilthey.**

« Le siliciure de calcium $CaSi^2$ a été obtenu pour la première fois par Wöhler ([1]), en chauffant dans un creuset du chlorure de calcium fondu, du sodium et du silicium cristallisé. Wöhler a préparé ainsi un mélange de silicium et de siliciure de calcium renfermant des quantités variables de magnésium, de sodium, d'aluminium et de fer. Ce siliciure n'était que très difficilement attaquable par l'eau froide.

» Beaucoup plus tard, de Chalmot ([2]), en chauffant au four électrique de la silice, de la chaux et du charbon, a obtenu un mélange de carbure de calcium et de siliciure de calcium. La masse fondue contenait en outre du silicium libre et une notable quantité de siliciure de fer.

» Enfin, tout récemment, M. Jacobs ([3]) a indiqué la préparation au four électrique, par l'action du charbon sur un mélange de chaux et de silice, d'un siliciure rapidement décomposable par l'eau froide comme le carbure de calcium avec production d'oxyde hydraté, de silice et d'hydrogène. Devant la contradiction de ces diverses expériences, nous avons été amenés à reprendre cette étude.

» Nous rappellerons tout d'abord que l'un de nous a démontré que la chaux fondue en excès, en présence d'une petite quantité de silicium, oxydait complètement ce métalloïde et le transformait en silicate ([4]). Nous

---

([1]) Wöhler, *Liebigs Annalen*, t. CXXV, p. 255, et t. CXXVII, p. 255.

([2]) De Chalmot, *Amer. chem. Journ.*, t. XVIII, 1896, p. 319.

([3]) Jacobs, *British Association*, 1900, p. 699.

([4]) *Sur quelques propriétés de la chaux en fusion* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 136.

devions donc, dans ces expériences, nous placer autant que possible en présence d'un excès de silicium pour obtenir tout d'abord un produit de composition constante.

» *Préparation.* — Nous chauffons au four électrique un mélange intime de 35^g d'oxyde de calcium pur et 35^g de silicium pur au moyen d'un courant de 600 ampères sous 60 volts. L'expérience se fait dans un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités. Il faut avoir soin d'introduire le tube de charbon contenant le mélange dans le four électrique déjà chaud, et l'on doit le retirer dès que le produit est en fusion. Si, en effet, la masse fondue reste au contact du charbon du tube pendant un temps assez long, il se forme une notable quantité de carbure de calcium et finalement du siliciure de carbone. La préparation, du reste, est un peu délicate et doit être faite avec soin.

» Dans tous nos essais nous n'avons pas rencontré de carbosiliciure de calcium défini.

» La masse fondue obtenue après l'expérience n'est pas homogène, elle est entourée extérieurement par une couche de carbure de calcium. En dessous se trouvent des stries blanches formées par un silicate de chaux cristallisé. Enfin, au milieu, on rencontre un culot brillant de siliciure de calcium mélangé de quantités variables de silicium. Dans une de nos préparations, il ne restait plus que 0,94 de silicium en excès.

» La réduction se produit d'après l'égalité suivante :

$$2\,CaO + 5\,Si = 2\,CaSi^2 + SiO^2.$$

» La silice formée s'unit à l'excès de chaux. Et, bien que nous n'employions que poids égaux de chaux et de silicium, comme le carbone du tube intervient et prend de la chaux pour former une couche extérieure de carbure de calcium, nous conservons au milieu de la masse fondue un léger excès de silicium. De plus, une partie de la chaux est volatilisée au moment de la réaction.

» En attaquant par l'eau sucrée les stries blanches qui contiennent une faible quantité de carbure de calcium, on peut séparer des cristaux très petits de silicate de chaux. Enfin, sous le microscope, il est facile de caractériser le siliciure de calcium par la formation de cristaux jaunes de silicon au contact d'une solution étendue d'acide chlorhydrique.

» Nous avons toujours eu soin, dans nos différentes préparations, de maintenir le silicium en excès; sans quoi il se produit un mélange de sili-

ciures et de silicates de formules différentes, noyé dans un excès de carbure de calcium.

» Pour démontrer l'influence de cet excès du métalloïde dans la préparation, nous avons placé des fragments de silicium au contact de carbure de calcium en fusion. Le silicium fond aussitôt et, lorsqu'une petite quantité de chaux a pénétré au milieu de ce silicium liquide, il s'est toujours produit du siliciure $CaSi^2$.

» *Propriétés physiques.* — Le siliciure de calcium ainsi préparé répond à la formule $CaSi^2$. Dans les préparations qui nous ont donné de bons résultats, nous avons obtenu une masse friable au mortier d'agate, présentant une apparence métallique et formée de cristaux que nous n'avons pu déterminer. Ce sont des cristaux de couleur grisâtre, très brillants, ayant une densité de 2,5 environ. Ils sont insolubles dans l'alcool, l'éther, la benzine, l'essence de térébenthine et l'ammoniac liquéfié.

» *Propriétés chimiques.* — Ce siliciure de calcium, chauffé dans l'hydrogène au rouge, ne fournit aucune réaction.

» Il prend feu à froid dans le gaz fluor, produit du fluorure de silicium qui se dégage et du fluorure de calcium qui est, en partie, fondu par la chaleur de la réaction.

» Le chlore ne l'attaque pas à froid; mais au rouge sombre, dans un courant de chlore sec, il devient rapidement incandescent, en produisant du chlorure de calcium $CaCl^2$ et un chlorure de silicium. Le chlore employé dans cette réaction doit être complètement exempt d'oxygène, si l'on veut éviter toute formation de silice. Le brome et l'iode fournissent des réactions identiques.

» Chauffé à l'air, le siliciure de calcium n'est attaqué que très superficiellement, et il faut avoir recours au chalumeau à gaz oxygène pour déterminer la combustion du siliciure avec incandescence et formation de chaux et de silice. Même chauffé dans un courant d'oxygène pur au rouge sombre, l'incandescence ne se produit pas, et l'attaque n'est que superficielle. Dans la vapeur de soufre au rouge il n'y a pas de combinaison. Il en est de même dans l'hydrogène sulfuré gazeux qui, vers 700°, ne réagit que superficiellement.

» Chauffé au four électrique pendant 10 minutes, en présence de charbon de sucre, avec un courant de 800 ampères sous 60 volts, le siliciure de calcium est complètement transformé en carbure de calcium et en siliciure de carbone.



» Le cuivre fondu ne dissout que des traces de siliciure de calcium. L'aluminium en fusion le dissout au contraire avec facilité, mais il le décompose en fournissant du siliciure d'aluminium qui, par l'acide chlorhydrique, dégage de l'hydrogène silicié spontanément inflammable.

» En présence de la fonte en fusion, il se produit de même une décomposition du siliciure de calcium avec formation de siliciure de fer et de carborundum.

» L'étude de l'action de l'eau était des plus intéressantes pour la comparaison de ce siliciure $CaSi^2$ avec le carbure de calcium CaC^2.

» Ce siliciure de calcium, abandonné dans le laboratoire, dans des flacons ouverts, ne change pas d'aspect. En présence de l'air humide, il ne se délite qu'avec une grande lenteur. Enfin, réduit en poudre fine et mis au contact de l'eau, il ne s'altère que très lentement; sa décomposition exige plusieurs mois. Dans ces conditions, il fournit de l'hydrogène dont la pureté a été vérifiée par une analyse eudiométrique sans produire de silicon.

» Il est attaqué lentement par l'acide azotique concentré ou fumant; il se dissout dans l'acide sulfurique concentré avec un faible dégagement de gaz en partie absorbé par un excès d'acide. Ces propriétés différencient notre siliciure de celui de Wöhler, indiquant nettement que notre composé possède une plus grande pureté. Le siliciure de calcium est attaqué lentement par l'acide azotique étendu avec dégagement d'hydrogène sans formation de silicon.

» La poudre de siliciure de calcium, au contact d'acide fluorhydrique à 50 pour 100, devient incandescente. Il se dégage du fluorure de silicium et il se produit du silicon de couleur jaune qui devient brun en présence d'un excès d'acide. Ce silicon est bientôt décomposé par un excès d'acide maintenu à 100°.

» L'acide chlorhydrique gazeux ne réagit pas à froid. Mais, au rouge, il décompose le siliciure de calcium pulvérisé avec incandescence et formation de chlorure de calcium et de chlorure de silicium. Une solution concentrée et froide d'acide chlorhydrique attaque ce siliciure avec dégagement d'un mélange d'hydrogène et d'hydrogène silicié, et formation du silicon de Wöhler.

» Avec l'acide chlorhydrique étendu, la réaction est différente. Il se produit toujours du silicon, il se dégage de l'hydrogène, mais il n'y a pas de formation d'hydrogène silicié. Le corps jaune que l'on obtient dans

cette réaction n'est sûrement pas un silico-acétylène d'après les analyses que nous avons faites, analyses qui s'éloignent beaucoup de cette formule et qui d'ailleurs ne présentent aucune concordance.

» Avec l'acide bromhydrique et l'acide iodhydrique, les réactions sont analogues.

» Les solutions alcalines et l'ammoniaque dissolvent avec facilité le siliciure de calcium pulvérisé avec dégagement d'hydrogène. L'eau de chaux et l'eau de baryte le décomposent plus rapidement que l'eau pure.

» *Analyse.* — L'analyse a été faite en traitant un poids déterminé de siliciure de calcium en petits fragments par l'acide fluorhydrique d'abord à froid, puis à la température de 100°. Lorsque le silicon formé tout d'abord a complètement disparu, on évapore à sec, puis on traite le résidu pendant 5 heures par un excès d'acide chlorhydrique concentré. Après filtration on sépare et l'on pèse l'excès de silicium non combiné. Dans le liquide filtré, le calcium est dosé par l'acide oxalique.

» Pour vérifier nos premiers chiffres, nous avons attaqué un poids déterminé du même siliciure par un mélange de carbonate de sodium et de potassium additionné de nitrate de potassium. La silice et la chaux ont été ensuite séparées et dosées par les méthodes ordinaires. Les dosages du calcium et du silicium nous ont donné, pour un certain nombre d'échantillons de siliciure de calcium préparé avec excès de silicium, les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.	5.	Théorie.
Calcium............	41,08	41,59	41,55	42,26	41,42	41,33
Silicium combiné....	58,91	58,39	58,54	57,85	58,54	58,67
Silicium en excès....	33,54	34,15	29,51	7,05	0,94	

» En résumé la chaux fondue, maintenue en fusion en présence d'un excès de silicium, fournit un composé de formule $CaSi^2$ analogue au siliciure de Vöhler. Son action sur l'eau ne peut en rien être comparée à l'action du carbure de calcium. L'eau est très lentement décomposée par ce siliciure avec production d'hydrogène. L'acide chlorhydrique étendu l'attaque beaucoup plus rapidement; il se dégage de l'hydrogène, mais il ne se produit pas d'hydrure de silicium solide. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une circonstance de cristallisation du peroxyde de fer.* Note de M. Alfred Ditte.

« On sait que, lorsqu'on calcine un mélange de sulfate de fer hydraté et de sel marin, l'oxyde qui provient de la destruction pyrogénée du sel ferreux cristallise au milieu de la masse saline en fusion, et que des lavages à

l'eau chaude permettent d'en extraire des paillettes brillantes de peroxyde de fer. On n'est, du reste, pas d'accord sur le mécanisme par lequel cette cristallisation s'effectue; les uns admettent que le sel marin n'agit que mécaniquement, car il se volatilise pendant la calcination; les autres pensent que l'oxyde de fer formé se dissout dans le sel marin fondu et cristallise par refroidissement.

» Il est à remarquer, tout d'abord, qu'il existe une disproportion très grande entre le poids d'oxyde ferrique cristallisé que l'on recueille et celui que donnerait la décomposition du sulfate, calculé avec l'équation

$$2(FeO, SO^3) = SO^3 + SO^2 + Fe^2O^3.$$

» Ainsi, par exemple, un mélange de 100^g de chlorure de sodium avec 40^g de sulfate ferreux, chauffé jusqu'à ce que le sel soit entièrement volatilisé, laisse $1^g,8$ environ de paillettes au lieu de $11^g,2$, quantité théorique d'oxyde de fer; le même mélange, maintenu quelques minutes seulement à la température de fusion du sel marin, puis refroidi, ne donne que $1^g,5$ de paillettes fort petites; en doublant la dose de chlorure, le poids des paillettes formées n'augmente pas d'une manière sensible; la majeure partie du peroxyde, provenant de la décomposition du sulfate ferreux, ne se change donc pas en fer oligiste, et, en effet, les eaux de lavage de la matière calcinée contiennent de grandes quantités de chlorures ferrique et ferreux capables, comme on sait, de former avec le chlorure de sodium des sels doubles que la chaleur ne décompose pas facilement; les mélanges des chlorures de fer et de sel marin, portés à une température un peu supérieure au point de fusion de ce dernier, ne laissent pas dégager des quantités appréciables de vapeurs des chlorures métalliques.

» D'un autre côté, la solubilité de l'oxyde ferrique dans le sel marin est très faible; quand on fond, par exemple, 2^g de colcothar avec 100^g ou 200^g de sel marin, on retrouve, après lavage, l'oxyde à peu près inaltéré, il n'a pas perdu sa coloration rouge et ne contient que quelques petites paillettes cristallines; si le bain en fusion renferme une notable quantité de chlorures ferreux ou ferrique, la solubilité de l'oxyde n'est pas augmentée, et la cristallisation ne se fait guère mieux, le colcothar reste sous la forme d'une poudre rouge agglomérée; à la surface du bain se trouve une mince couche grisâtre contenant quelques paillettes de fer oligiste, mais au-dessous de cette surface le colcothar a conservé sa couleur rouge en demeurant amorphe. Le sulfate de soude ne joue pas davantage le rôle de minéralisateur dans ces circonstances; un mélange de 60^g de sel marin, 32^g de

sulfate de soude sec, 10g de colcothar maintenu en fusion pendant une demi-heure donne une masse qui, après lavage, ne contient pas une quantité appréciable de sels de fer dans la liqueur, et le colcothar se retrouve à son état primitif, mélangé avec quelques rares paillettes cristallines.

» Il résulte de ce qui précède que, dans les conditions des expériences, la cristallisation de l'oxyde ferrique ne saurait être attribuée à sa solubilité dans le sel marin pur ou mélangé, soit de sulfate de soude, soit de chlorures de fer. Deux faits ressortent très nettement des diverses expériences : en premier lieu, la cristallisation de l'oxyde n'a lieu que lorsqu'on opère avec du sulfate ferreux hydraté ; en second lieu, il ne se forme jamais qu'une petite quantité de produit cristallisé. Or, sous l'influence de la chaleur, le sulfate ferreux perd très facilement la majeure partie de son eau, mais la dernière molécule ne se dégage que vers 300° en même temps que la décomposition de ce sel commence, si bien que la calcination du sulfate ferreux donnera de l'acide de Nordhausen en même temps que de l'anhydride sulfureux et du peroxyde de fer. L'acide sulfurique, plus ou moins hydraté, qui se produit au milieu d'une masse de sel marin, le décompose pour donner du sulfate de soude et de l'acide chlorhydrique, et celui-ci agit à son tour sur l'oxyde de fer de deux façons différentes : 1° il en change une partie en eau et chlorure ferrique qui, partiellement dissociable sous l'action de la chaleur, donne un mélange, en proportions très variables, de chlorure ferrique et de chlorure ferreux, dans lequel domine le premier de ces chlorures. La majeure portion de l'oxyde ferrique se trouve ainsi transformée en chlorures qui s'unissent au sel marin, donnant des sels doubles plus stables que les sels simples et capables soit de se volatiliser en même temps que le chlorure de sodium, soit de pénétrer avec lui dans les parois du creuset qui en demeurent imprégnées; 2° l'acide chlorhydrique, en agissant sur le peroxyde de fer, donne lieu à la formation de vapeur d'eau et de chlorure ferrique, et la réaction inverse du chlorure sur la vapeur d'eau est possible également; de l'oxyde de fer se trouve donc porté à haute température dans une atmosphère renfermant à la fois de l'acide chlorhydrique et de la vapeur d'eau, conditions éminemment favorables à sa minéralisation, comme H. Sainte-Claire Deville l'a montré.

» En somme, les vapeurs d'eau et d'acide chlorhydrique mélangées à des vapeurs de chlorure ferrique et de sel marin forment dans le creuset une atmosphère au sein de laquelle des réactions capables de donner de l'oxyde de fer cristallisé sont faciles; aussi c'est surtout à la surface de niveau du bain et sur les parois du creuset placées au-dessus d'elle qu'on

trouve les paillettes les plus belles et en plus grande abondance, tandis que les cristaux disséminés dans la masse fondue sont beaucoup plus petits et plus rares. Il est manifeste que c'est l'acide chlorhydrique qui a joué le rôle de minéralisateur, et la calcination du sulfate ferreux hydraté avec le sel marin réalise simplement un cas particulier de l'action, si magistralement étudiée par H. Sainte-Claire Deville, que l'acide chlorhydrique exerce sur les oxydes métalliques au contact desquels on le chauffe. On comprend que, pour obtenir de bons résultats, il y ait avantage à faciliter le contact de l'oxyde et des vapeurs chlorhydriques, ce qu'on réalise quand on chauffe graduellement le mélange de sulfate ferreux et de sel marin de telle façon que le gaz chlorhydrique formé reste le plus longtemps possible dans le creuset avec de la vapeur d'eau; il arrive fréquemment alors que la première eau de lavage est fortement acide au papier de tournesol. Au contraire, si l'on projette peu à peu le mélange dans un creuset préalablement porté au rouge et qui demeure ouvert, on n'obtient que des paillettes très petites et peu nombreuses.

» Quand on opère avec du sulfate ferreux bien desséché ou avec du colcothar, rien de semblable ne peut avoir lieu, la production de vapeurs chlorhydriques n'est pas possible et les résultats sont à peu près nuls; la cristallisation de l'oxyde est réduite à ce qui peut résulter de sa très faible solubilité dans le bain de matière saline en fusion. Les traces de cristallisation seront cependant d'autant plus sensibles que le sulfate ferreux et le sel marin auront été moins soigneusement desséchés, ainsi que le creuset lui-même, le peu de vapeur d'eau provenant de l'insuffisance de la dessiccation donnant, avec l'anhydride sulfurique dû à la destruction du sulfate de fer, une faible quantité d'acide sulfurique qui permettra la production d'une proportion correspondante de gaz acide chlorhydrique.

» Ce gaz étant la cause véritable à laquelle la cristallisation d'une partie de l'oxyde de fer est due, on devra obtenir de meilleurs résultats avec l'acide fluorhydrique, dont le pouvoir minéralisateur est bien supérieur; et, en effet, si à un mélange à parties égales de sel marin et de sulfate ferreux hydraté on ajoute 2 à 3 centièmes de fluorure de potassium, il reste, après fusion et refroidissement, une masse de laquelle les lavages séparent de l'oxyde cristallisé, plus volumineux et plus brillant que celui qu'on retire du sel marin seul; mais il faut, dans cette opération, laisser la quantité de fluorure alcalin très minime afin d'éviter la production de fluorures peu solubles. Si, par exemple, on vient à chauffer, et cette fois dans un creuset de platine, un mélange à parties égales de fluorure de potassium

et de sulfate ferreux hydraté, on obtient après fusion une masse compacte que l'eau ne désagrège que difficilement et avec une grande lenteur, en raison de la très faible solubilité des fluorures ferreux et ferrique formés; en outre, ce dernier est décomposé par l'eau aérée, et le traitement de la matière, même par l'acide chlorhydrique dilué, ne donne qu'un mélange de paillettes d'oxyde de fer avec une poudre cristalline de fluorure ferreux dont il est très difficile de les séparer.

» La calcination du sel marin avec les sulfates analogues au sulfate ferreux ne donne pas d'oxydes cristallisés. En effet, le sulfate manganeux, quand on le chauffe, devient anhydre, puis il fond au rouge sans se décomposer. Les sulfates de nickel et de cobalt, eux aussi, deviennent anhydres bien avant de laisser dégager de l'acide sulfurique; le sulfate d'alumine lui-même se déshydrate avant de se décomposer. Au contraire, comme la dernière molécule d'eau du sulfate ferreux ne part que vers 300° et que le sel se décompose à une température très voisine, on peut avoir, dans une masse peu homogène, comme le conteau du creuset, du sulfate ferreux se décomposant sur les parois qui sont les plus chaudes, et du sulfate ferreux encore hydraté dans les régions centrales plus froides, d'où, à la fois, de l'eau, de l'acide sulfurique et par conséquent de l'acide chlorhydrique en même temps que du peroxyde de fer. Avec les sulfates précédemment cités qui, entre leur point de déshydratation complète et leur température de décomposition commençante, présentent un intervalle plus étendu, l'acide chlorhydrique, s'il s'en forme quelque trace, peut être rapidement chassé du creuset et les actions inverses de ce gaz sur un oxyde et de la vapeur d'eau sur le chlorure correspondant ne peuvent avoir lieu. On comprend bien ainsi comment le sulfate ferreux est le seul qui donne lieu, dans ces conditions, à une cristallisation d'oxyde, et la formation de paillettes de fer oligiste lors de la calcination d'un mélange de sulfate ferreux hydraté et de sel marin apparaît nettement comme n'étant qu'un cas particulier de la méthode générale, indiquée par H. Sainte-Claire Deville, pour faire cristalliser les oxydes amorphes sous l'influence d'un courant lent d'acide chlorhydrique porté à haute température.

» L'oxydation des sulfures de fer sous l'influence de l'oxygène atmosphérique peut former du sulfate ferreux dans les diverses couches du sol; la présence simultanée de ce sulfate et de sel marin en des régions dont la température a atteint le point de décomposition du sulfate, peut rendre compte de la manière dont les cristaux de fer oligiste naturel ont pu se for-

mer, au moins dans certaines circonstances, et expliquer comment les sulfures amorphes ont pu se changer en oxyde cristallisé. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau Trypanosome des Bovidés.* Note de M. A. LAVERAN.

« M. Theiler, vétérinaire à Prétoria (Transvaal), a trouvé chez plusieurs Bovidés un Trypanosome qui se distingue nettement du Trypanosome du Nagana (*Tr. Brucei*). J'ai donné à ce nouveau Trypanosome le nom de *Trypanosoma Theileri*.

» Alors que *Tr. Brucei* est inoculable à un grand nombre de mammifères, *Tr. Theileri* paraît spécial aux Bovidés. M. Theiler a inoculé du sang contenant les nouveaux Trypanosomes découverts par lui à 2 chevaux, 6 chiens, une chèvre, 5 cobayes, 6 lapins. Aucun de ces animaux ne s'est infecté et tous ces animaux appartiennent à des espèces sensibles au Nagana. Les inoculations de Bovidé à Bovidé ont au contraire réussi, dans la plupart des cas.

» *Tr. Theileri* présente d'ailleurs des caractères morphologiques qui permettent de le distinguer facilement de *Tr. Brucei*. J'ai constaté ces caractères dans des préparations de sang qui m'ont été envoyées par M. Theiler et que j'ai colorées par le procédé que je préconise (bleu de méthylène à l'oxyde d'argent-éosine, tannin).

» *Tr. Theileri* mesure (flagelle compris) 50^{μ} de long, alors que *Tr. Brucei* ne dépasse pas 35^{μ} dans le sang des Équidés, où il atteint ses plus grandes dimensions; la largeur est de $3^{\mu},5$ à 4^{μ}.

» La partie postérieure du corps est effilée comme chez *Tr. Lewisi*.

» Sur les préparations bien colorées la structure du parasite apparaît nettement; c'est la structure typique des Flagellés du genre *Trypanosoma*.

» On distingue vers la partie moyenne du corps du parasite un noyau ovalaire. Un corpuscule arrondi, fortement coloré, situé dans la partie postérieure, mais assez loin de l'extrémité postérieure, figure le centrosome. La partie libre du flagelle représente environ le quart de la longueur du parasite; le flagelle se continue le long de la membrane ondulante, qui est assez large et fortement plissée, et va aboutir au centrosome. Le protoplasme contient un grand nombre de fines granulations chromatiques.

» Les parasites étaient en très petit nombre dans les préparations qu'il m'a été donné d'examiner, et je n'ai pas vu de formes de division.

» *Tr. Theileri* est pathogène; il produit une anémie sans fièvre ou avec

fièvre; à la suite de la fièvre on trouve les parasites dans le sang pendant quelques semaines; plus rarement on observe une anémie pernicieuse avec destruction rapide des globules rouges qui entraîne rapidement la mort; à l'autopsie, on trouve la rate augmentée de volume; il existe souvent des ecchymoses sous-péricardiques.

» Le sang des Bovidés atteints d'anémie pernicieuse présente des caractères remarquables; les hématies, dont le nombre est diminué dans une très forte proportion, ont des dimensions très variées, ce qui attire tout de suite l'attention de l'observateur. A côté de globulins qui n'ont que 2^{μ} à 3^{μ} de diamètre, on trouve des globules de dimensions normales et de grands globules de 9^{μ} à 10^{μ} de diamètre; ces derniers contiennent souvent des granulations basophiles. Enfin un certain nombre d'hématies sont nucléées, les noyaux qui se colorent fortement par les couleurs basiques pourraient être confondus avec des hématozoaires endoglobulaires; l'existence de ces hématies est donc importante à noter (¹). J'ai pu vérifier ces faits dans des préparations qui m'ont été envoyées par M. Theiler.

» Chez les Bovidés atteints de cette anémie pernicieuse, l'examen histologique du sang ne révélait pas la présence des Trypanosomes, mais le sang, inoculé à deux veaux par M. Theiler, a produit l'infection caractérisée par l'apparition des Trypanosomes dans le sang.

» M. Theiler pense que les Bovidés qui résistent à cette maladie jouissent de l'immunité; trois fois, des veaux inoculés avec le sang à Trypanosomes n'ont montré aucun signe d'infection, un de ces veaux a été inoculé deux fois.

» Cette nouvelle maladie à Trypanosomes des Bovidés présente un grand intérêt et il faut espérer que M. Theiler complétera l'étude si bien commencée par lui.

» Le cadre des maladies à Trypanosomes s'élargit de plus en plus; à côté du Surra et du Nagana ou Maladie de la tsétsé, il faut ranger aujourd'hui la Dourine, l'épizootie connue dans l'Amérique du Sud sous le nom de *Mal de caderas*, et la nouvelle maladie des Bovidés observée par M. Theiler au Transvaal; enfin un observateur anglais, le Dʳ Dutton, a découvert récemment en Gambie un Trypanosome qui est pathogène pour l'homme. Ce dernier parasite est le plus petit des Trypanosomes connus des Mammifères, alors que *Tr. Theileri* en est le plus grand; on peut donc

(¹) J'ai signalé autrefois cette cause d'erreur en ce qui concerne la recherche des hématozoaires du Paludisme (*Société de biologie*, 27 mars 1897).

affirmer que ces deux Trypanosomes nouveaux appartiennent à des espèces différentes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles synthèses du méthane.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens**.

« La synthèse du méthane a été accomplie par diverses voies. Dès 1858, M. Berthelot l'a réalisée en faisant passer sur du cuivre chauffé au rouge un mélange de sulfure de carbone et d'hydrogène sulfuré, et aussi par une méthode complètement différente, en calcinant le formiate de baryte, préparé lui-même à partir du formiate de potasse qu'avait fourni l'absorption lente de l'oxyde de carbone par la potasse (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LIII, p. 69). Dans ces deux cas, la température atteinte étant assez haute, le méthane était accompagné d'une certaine proportion de carbures plus compliqués.

» M. Berthelot a également obtenu du formène par la réaction d'un mélange de sulfure de carbone et de vapeur d'eau sur le fer (p. 128), et par l'action directe du gaz iodhydrique sur le sulfure de carbone (p. 142).

» Ultérieurement l'hydrogénation du sulfure de carbone par l'iodure de phosphonium en tube scellé à 120°-140° a fourni du méthane (Jahn, *Berichte*, t. XIII, p. 127, 614).

» Il se produirait aussi du méthane dans l'action d'une série d'étincelles électriques sur un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène (Brodie, *Jahresberichte*, 1873, p. 307); mais, ainsi que l'a montré M. Berthelot, le méthane étant lui-même décomposé partiellement par les étincelles, on arrive à un mélange complexe de carbures.

» Enfin nous devons rappeler l'élégante synthèse réalisée par M. Moissan, par l'action de l'eau sur le carbure d'aluminium.

» Notre méthode générale d'hydrogénation directe, par l'hydrogène gazeux en présence de nickel récemment réduit ([1]), nous a permis de produire facilement la synthèse du méthane, soit à partir de l'oxyde de carbone, soit à partir de l'anhydride carbonique.

» *Synthèse à partir de l'oxyde de carbone.* — Sur le nickel préalablement réduit de son oxyde vers 300°, on dirige un mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 210.

pur. Aucune action n'a lieu avec le métal froid, mais, en élevant progressivement sa température, on trouve que l'hydrogénation commence à se produire vers 190°-200°, et qu'elle a lieu facilement à 250°, avec formation exclusive d'eau et de méthane, sans aucune production de carbures forméniques supérieurs. La formule est exactement :

$$\frac{CO}{1\ \text{vol.}} + \frac{H^6}{3\ \text{vol.}} = \frac{CH^4}{1\ \text{vol.}} + H^2O.$$

» En opérant avec un mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone, voisin des proportions théoriques, fourni par un gazomètre avec une vitesse constante, on constate, à 250°, un ralentissement très manifeste, le volume étant à peu près réduit au tiers.

» Si on laisse refroidir au-dessous de 180°, la réaction ne se produit plus, la vitesse redevient identique à la première.

» Ainsi, avec un courant gazeux débitant par minute $78^{cm^3},5$ de mélange contenant :

59^{cm^3} d'hydrogène,
$19^{cm^3},5$ d'oxyde de carbone,

la vitesse a été réduite à $20^{cm^3},5$. Le traitement par la solution chlorhydrique de chlorure cuivreux a montré que le gaz ne contient plus d'oxyde de carbone en proportion appréciable; il ne renferme pas non plus d'anhydride carbonique. L'analyse eudiométrique a indiqué qu'il contenait :

$19^{cm^3},3$ de méthane,
$1^{cm^3},2$ d'hydrogène.

» L'oxyde de carbone a été totalement transformé conformément à l'équation théorique.

» La réaction a lieu moins bien en présence d'un excès d'oxyde de carbone.

» Il convient d'ajouter que le nickel n'est pas sensiblement altéré par la réaction, qu'il peut servir à provoquer très longtemps : après le refroidissement, on le retrouve légèrement carburé, mais toutefois encore pyrophorique et entièrement soluble sans résidu charbonneux dans l'acide chlorhydrique dilué.

» La production du méthane par hydrogénation directe de l'oxyde de carbone est, d'ailleurs, nettement exothermique. D'après les données fournies par M. Berthelot, on voit que la réaction

$$CO + H^6 = CH^4 + H^2O\ \text{(gazeuse)}$$

dégage $+ 51^{Cal},1$.

» *Synthèse à partir de l'anhydride carbonique.* — La réaction similaire réalisée à partir de l'anhydride carbonique serait également exothermique.

$$CO^2 + H^8 = CH^4 + 2H^2O\ \text{(gazeuse)}$$

dégagerait $+ 41^{Cal},2$, valeur un peu moindre que pour l'oxyde de carbone.

» L'hydrogénation directe de l'anhydride carbonique en présence du nickel se produit dans des conditions analogues à celles de l'oxyde de carbone; mais elle commence

à une température un peu plus haute, vers 230°, et elle est très facile au-dessus de 300°.

» En opérant avec un mélange gazeux contenant à peu près 2^{vol} d'hydrogène pour 1^{vol} de gaz carbonique (exactement $15^{vol},8\,CO^2$ pour 28^{vol} d'hydrogène), on a obtenu la réaction

$$\underbrace{15,8\,CO^2 + 28\,H^2}_{\text{Volume : 43,8.}} = \underbrace{6,8\,CH^4 + 9\,CO^2 + 0,8\,H^2}_{\text{Volume : 16,6.}} = \underbrace{13,6\,H^2O.}_{\text{Condensée.}}$$

» Le volume initial 43,8 a été réduit à 16,6, c'est-à-dire presque au tiers. Après absorption de l'anhydride carbonique par la potasse, le gaz était constitué par du méthane presque pur.

» En opérant sur des mélanges où la proportion d'hydrogène surpasse notablement quatre fois celle de l'anhydride carbonique, celui-ci disparaît totalement en se transformant en méthane.

» Nous aurons à examiner quelle est l'action des autres métaux divisés dont nous avons antérieurement établi l'aptitude à provoquer des hydrogénations directes. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. le marquis *Menabrea*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 43,

M. Kuehn	obtient.	38 suffrages
M. S. Winogradsky	»	5 »

M. **Julius Kuehn**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le D[r] **Guillemin** adresse un Mémoire intitulé : « Les groupements cristallins doubles (macles) ou multiples (groupements proprement dits), envisagés en parallèle avec les groupements vivants, animaux ou végétaux ».

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Edm. Perrier, Hautefeuille.)

M. P. Pichard adresse un Mémoire intitulé : « Composition et combustibilité comparées des feuilles et des tiges de tabac ».

(Commissaires : MM. Schlœsing, Guignard, Haller.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume intitulé : « Contribution à l'étude des alliages métalliques », publié par la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

M. B. Baillaud, nommé Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les lignes de décroissance maxima des modules et les équations algébriques ou transcendantes.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

« I. Soit $f(z)$ une fonction monodrome aux environs d'un point a du plan des z. Si $f(a) \neq 0$ et si $f^{(n)}(z)$ est la première des dérivées de $f(z)$, qui ne s'annule pas pour $z = a$, $f(z)$ prend, aux environs de a, n fois toutes les valeurs possibles voisines de $f(a)$ (¹).

» Au point a il y a alors n directions suivant lesquelles la décroissance de $|f(z)|$ est maxima. L'équation différentielle des lignes tangentes à ces directions, que nous appellerons des *lignes de décroissance maxima des modules*, est

$$\frac{dP}{P} = \frac{dQ}{Q}$$

si $f(z) = P + Qi$. Elles aboutissent aux zéros, aux infinis de $f(z)$ ou aux limites du domaine de monodromie.

» On peut, de la même manière, considérer en chaque point les directions suivant lesquelles la décroissance de $|f(z)|$ est nulle.

(¹) Picard, *Traité d'Analyse*, t. II, p. 241.

» Les lignes tangentes à ces directions ont pour équation

$$P^2 + Q^2 = \text{const.};$$

nous les appellerons des *lignes de modules constants*. Elles environnent les zéros de $f(z)$ et sont orthogonales aux lignes de modules minima. Ces deux familles correspondent dans le plan des PQ à la famille des cercles ayant pour centre l'origine et à la famille des droites issues de l'origine ([1]).

» On déduit de là diverses conséquences; nous mentionnerons ici les suivantes :

» II. Si $f(z)$ est un polynome, f est toujours infini pour $z = \infty$: les lignes de modules constants sont fermées. Une ligne de décroissance maxima des modules aboutit forcément à un zéro de $f(z)$ à distance finie. On en conclut le théorème de d'Alembert.

» Si $f(z)$ est une fonction elliptique doublement périodique de genre n, on démontre par la considération des lignes de modules décroissants que les équations $f(z) = \alpha$ (α quelconque) ont le même nombre de racines, par suite n racines, dans un parallélogramme des périodes.

» De même si $\left|\varphi\left(\frac{1}{z}\right)\right|$ tend vers o avec $\left|\frac{1}{z}\right|$, et si $f(z)$ est encore une fonction elliptique de genre n, l'équation

$$f(z) + \varphi\left(\frac{1}{z}\right) = a \qquad (a \text{ quelconque})$$

a toujours n racines dans un parallélogramme des périodes, si ce parallélogramme est suffisamment éloigné de l'origine, et ses racines tendent vers les racines correspondantes de $f(z) = a$ quand le parallélogramme s'éloigne à l'infini.

» On peut encore étendre les mêmes procédés à d'autres fonctions, par exemple aux fonctions dont les points critiques à distance finie sont isolés et sont des pôles ou des points logarithmiques ou algébriques où la fonction devient infinie ([2]).

» Tout ce qui précède sera développé dans un prochain Mémoire. »

([1]) Ce qui précède nous a servi pour établir des résultats mentionnés dans nos Communications des 9 et 23 décembre 1901.

([2]) Nous croyons devoir mentionner ici, comme suite à notre Communication sur les fonctions quasi entières, que certains résultats s'étendent aux fonctions quasi

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières de genre infini et les transcendantes méromorphes découvertes par M. Painlevé.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. Painlevé.

« L'étude des fonctions entières de genre infini a été jusqu'ici surtout théorique; n'ayant en vue aucune application prochaine, on s'efforçait d'embrasser d'un seul coup les types de fonctions les plus généraux. Mais le moment est venu de considérer à part les types les plus simples et de les étudier plus en détail : les travaux de M. Painlevé sur les équations différentielles à points critiques fixes viennent en effet d'introduire pour la première fois, dans l'analyse, des classes de fonctions de genre infini, entièrement irréductibles aux fonctions connues, qu'il faut se mettre en mesure d'étudier directement.

» Soit

$$G(z) = \Pi\left(1 - \frac{z}{a_i}\right)e^{\frac{z}{a_i}+\ldots+\frac{1}{\rho_i}\left(\frac{z}{a_i}\right)^{\rho_i}}$$

un produit de genre infini. On doit choisir les nombres ρ_i de manière que le produit $G(z)$ ne croisse pas plus vite que ne l'y oblige la distribution de ses zéros [1], et il est naturel de supposer que ce choix devra être différent suivant que la densité des zéros sera plus ou moins grande. Pour assurer la convergence de la série $\sum\left|\frac{z}{a_i}\right|^{\rho_i}$, il suffirait évidemment de prendre

$$\rho_i = (1+\alpha)\frac{\log i}{\log|a_i|},$$

α étant un nombre positif; mais il se trouve qu'il y a avantage à donner à ρ_i une valeur plus élevée (on sait qu'au contraire, lorsque la fonction est de genre fini, il convient de donner à ρ_i la plus petite valeur possible).

---

entières de genre infini ou aux fonctions quasi méromorphes (quotient de deux fonctions quasi entières). Ainsi parmi les fonctions $f + \varphi$, où f et φ sont quasi méromorphes d'ordres finis, φ ayant ses ordres tous inférieurs aux ordres correspondants de f, il y en a une au plus dont les ordres réels sont tous inférieurs à la fois à tous ceux de f.

(1) M. Borel a, le premier, fait remarquer combien il importe, pour cette raison, de ne pas donner à ρ_i une valeur trop élevée (comme il arrivait, par exemple, lorsque l'on faisait, avec Weierstrass, $\rho_i = i$).

» Considérons tout d'abord la classe des fonctions entières définies par la propriété suivante : il existe un nombre positif σ tel que l'on ait, à partir d'une certaine valeur de i,

$$|a_i| > (\log i)^{\frac{1}{\sigma}}.$$

J'appellerai ces fonctions *fonctions de type exponentiel simple;* ce sont celles qui se rapprochent le plus des fonctions de genre fini. Si $G(z)$ est l'une d'elles, je donnerai à ρ_i *la valeur entière la plus voisine de* $\sigma \log i$, σ ayant été pris aussi petit que possible.

» On a le théorème suivant qui précise les résultats obtenus par M. Borel : *l'inégalité*

$$(1) \qquad |a_i| > \lambda(\log i)^{\frac{1}{\sigma}},$$

λ *et* σ *étant des nombres positifs, entraîne à partir d'une certaine valeur de* $|z|$

$$(2) \qquad |G(z)| < e^{e^{(1+\varepsilon)\left(\frac{|z|}{\lambda}\right)^\sigma}},$$

quelque petit que soit ε.

» La même inégalité (1) entraîne, dans des régions indéfiniment éloignées de l'origine,

$$\left|\frac{G'(z)}{G(z)}\right| < e^{(1+\varepsilon)\left(\frac{|z|}{\lambda}\right)^\sigma}, \qquad \left|\frac{d\frac{G'(z)}{G(z)}}{dz}\right| < e^{(1+\varepsilon)\left(\frac{|z|}{\lambda}\right)^\sigma}$$

quelque petit que soit ε.

» Ces limites supérieures sont d'ailleurs atteintes sur des lignes s'éloignant indéfiniment de l'origine.

» On étudiera d'une manière analogue les produits de facteurs primaires croissant plus rapidement. Si le produit n'est pas de type exponentiel simple, mais qu'il existe un nombre fini σ tel que l'on ait, à partir d'une certaine valeur de i,

$$|a_i| > (\log\log i)^{\frac{1}{\sigma}},$$

nous prendrons pour ρ_i l'*entier le plus voisin de* $\sigma \log i \log\log i$. On aura alors, à partir d'une certaine valeur de r,

$$|G(z)| < e^{e^{e^{(1+\varepsilon)|z|^\sigma}}},$$

ε tendant vers zéro avec $\frac{1}{r}$. Une généralisation aisée permettra de passer aux cas où la densité des zéros est plus grande encore.

» La méthode que j'ai suivie pour étudier les deux premiers types d'équations à intégrales méromorphes signalées par M. Painlevé m'a permis également d'étudier les équations du troisième type

$$(3)\qquad y'' = \frac{y'^2}{y} + e^z(\alpha y^2 + \beta) + e^{2z}\left(\gamma y^3 + \frac{\delta}{y}\right),$$

où l'on a $\gamma = -1$, $\delta = 1$, α, β quelconques, ou $\gamma = -1$, $\delta = 0$, $\beta = 1$, α quelconque, ou $\gamma = \delta = 0$, $\alpha = -1$, $\beta = 1$.

» J'ai reconnu que les intégrales de l'équation (3) sont de type exponentiel simple, et j'ai pu déterminer leur mode de croissance.

» M. Painlevé a démontré que la transcendante y s'exprime par le quotient $\frac{v}{u}$ de deux fonctions entières vérifiant les équations simultanées

$$\frac{u''}{u} - \frac{u'^2}{u^2} = -\frac{ve^z}{u}\left(\gamma\frac{e^z v}{u} + \alpha\right),$$
$$\frac{v''}{v} - \frac{v'^2}{v^2} = \frac{ue^z}{v}\left(\delta\frac{e^z u}{v} + \beta\right).$$

» Au lieu de y, j'ai considéré la fonction méromorphe $\zeta = ye^z$ qui satisfait à l'équation

$$(4)\qquad \zeta\zeta'' = \zeta'^2 + \alpha\zeta^3 + \gamma\zeta^4 + \beta\zeta e^{2z} + \delta e^{4z};$$

on a

$$\gamma\zeta^2 + \alpha\zeta = -\frac{d\frac{u'}{u}}{dz}.$$

» L'avantage de l'équation (4) est qu'elle met en évidence la façon dont se comporte la fonction ζ au voisinage de l'un de ses pôles. Son étude m'a conduit aux résultats suivants :

» Désignons par $M(r)$ le module maximum de u pour $|z| = r$, par ε un nombre positif arbitrairement petit, par $\theta(r)$ une fonction de r croissant arbitrairement lentement (ce sera, par exemple, $\log r$ ou $\log\log r$) :

» 1° Si $\gamma = 0$, $\delta = 0$, $\alpha = -1$, $\beta = 1$, on a, à partir d'une certaine valeur de r,

$$e^{e^{r(1-\varepsilon)}} < M(r) < e^{e^{r+\theta(r)}};$$

» 2° Si $\gamma = -1$, $\delta = 1$, α et β étant quelconques, on a, à partir d'une certaine valeur de r,

$$e^{e^{2r(1-\varepsilon)}} < M(r) < e^{e^{2r+\theta(r)}};$$

» 3° Si $\gamma = 1$, $\delta = 0$, $\beta = 1$, α étant quelconque, on a, à partir d'une certaine valeur de r,

$$e^{e^{\frac{4}{3} r(1-\varepsilon)}} < \mathrm{M}(r) < e^{e^{\frac{4}{3} r + \theta(r)}}. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Pouvoir refroidissant de l'air aux pressions élevées et de l'air en mouvement.* Note de M. P. COMPAN.

« La formule $np^c t^b$, donnée par Dulong et Petit (où $b = 1,232$, $c = 0,45$) pour représenter le pouvoir refroidissant de l'air enfermé dans une enceinte, a été vérifiée pour des pressions inférieures à la pression atmosphérique. Elle représente l'action des courants de convection qui prennent naissance au contact du corps chaud; ces courants dépendent de la nature et de la mobilité du milieu ambiant. On peut donc se demander si cette formule est encore exacte : 1° lorsque l'air est à des pressions supérieures à la pression atmosphérique; 2° lorsque le corps chaud se refroidit dans une enceinte indéfinie; enfin 3° lorsque l'air est animé d'un mouvement de translation.

» Pour étudier ces trois cas, j'ai employé la méthode et le dispositif indiqués dans mes deux Notes précédentes [1]. Le corps chaud est la boule noircie de 2^{cm} de diamètre qui avait servi à l'étude du refroidissement dans le ballon en verre de 8^{cm} de diamètre et dans lequel j'ai pu déterminer les vitesses dues au rayonnement.

» 1° L'enceinte refroidissante se compose d'une sphère métallique, noircie intérieurement, de $14^{cm},5$ de diamètre, au centre de laquelle la boule chaude est suspendue; dans l'intérieur on pouvait faire un vide partiel ou comprimer de l'air sec jusqu'à 6^{atm} environ. Cette sphère était entourée d'une seconde, de $24^{cm},5$ de diamètre, et l'intervalle était rempli de glace râpée.

» Six déterminations ont été faites, sous des pressions différentes (56^{mm}, 402^{mm}, 776^{mm}, 1546^{mm}, 3138^{mm} et 4480^{mm}) et pour des excès de température de 300° à 0°. Les trois premières ont d'abord permis de vérifier que le refroidissement dû à l'air était identique à celui observé dans le ballon en verre de $0^{m},16$ de diamètre pour des pressions inférieures à la pression atmosphérique, et donné pour n, b et c les mêmes nombres : on trouve, en effet, $n = 0,0001584$, $b = 1,231$, $c = 0,45$. Les courbes isothermes reliant les vitesses depuis 56^{mm} jusqu'à 4480^{mm} sont continues; elles ne présentent pas d'inflexion, contrairement aux observations faites par Witz [2] avec un

(1) COMPAN, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 813 et 1202.

(2) WITZ, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVI, p. 208.

thermomètre à mercure. En calculant, au moyen des vitesses obtenues aux pressions supérieures à la pression atmosphérique, les valeurs de b et c, on retrouve les mêmes valeurs. Ainsi, avec 1546^{mm}, on a $b = 1,232$; avec 3138^{mm}, $b = 1,22$, et avec 4480^{mm}, $b = 1,228$. Les valeurs de c donnent aussi 0,45 pour moyenne. De plus, l'expression $0,0001584\, p^{0,45}\, t^{1,232}$ représente les vitesses observées, au chiffre des centièmes près.

» II. J'ai observé le refroidissement de la boule chauffée, placée au centre de la grande salle où j'opérais; cette salle est exposée au nord et il n'y a pas été fait de feu de tout l'hiver; sa température a toujours été voisine de 5°; l'autre soudure était placée en dessous pour ne pas être influencée par les courants de convection. En utilisant les vitesses de rayonnement (que l'on admet indépendantes des dimensions de l'enceinte) déterminées dans le ballon de verre, on peut calculer la valeur de l'exposant b et l'on a encore le même nombre $b = 1,24$. Supposant alors que la valeur c n'a pas aussi changé, j'ai vérifié que la même expression $np^c t^b$ représentait les vitesses observées.

» III. Le courant d'air produit par un ventilateur électrique est reçu dans un entonnoir en fer-blanc terminé par un cylindre de $0^m,10$ de long et $0^m,10$ de diamètre, au milieu duquel est suspendue la boule chaude; l'autre soudure est au milieu de l'entonnoir. Un anémomètre étalonné, placé dans le tube en avant de la boule, indique la vitesse du vent, qui est toujours restée constante pendant le temps d'une détermination. Trois déterminations ont pu être faites, pour des excès de température de 300° à 0° et des vitesses de $3^m,05$, $4^m,40$ et 6^m à la seconde. Une expérience préalable, faite avec la plus grande vitesse (6^m), avait montré que, lorsque la boule et la soudure sont à la température ambiante, la force vive de l'air qui vient heurter la boule ne produit aucune variation de température appréciable.

» En éliminant la valeur due au rayonnement, on trouve que la vitesse de refroidissement sous une même vitesse de l'air varie proportionnellement à l'excès de la température; les valeurs de l'exposant de la température oscillent autour de 1 : de 1,064 à 0,95; la moyenne générale est 0,99. Ces résultats vérifient les conclusions théoriques de M. Boussinesq [1]. Pour la variation en fonction de la vitesse u du vent, j'ai, sur les indications de M. Boussinesq, vérifié que la vitesse de refroidissement varie proportionnellement à la racine carrée de la vitesse u de l'air et qu'elle est représentée par la formule $v = kt\sqrt{u}$, trouvée par lui dans le cas d'un disque tangent au courant. Les valeurs de k trouvées sont les suivantes : pour $u = 3^m,05$, $k = 0,000560$; pour $u = 4^m,40$, $k = 0,000565$; et, pour $u = 6^m$, $k = 0,000540$. En prenant la moyenne, $k = 0,000555$, l'expression $kt\sqrt{u}$ représente les valeurs observées, au chiffre des centièmes près.

» *En résumé*, dans un ballon à parois métalliques noircies de $14^{cm},5$ de

---

(1) BOUSSINESQ, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 257.

diamètre et pour des excès de 300° à 0°, le pouvoir refroidissant de l'air, depuis 50^{mm} jusqu'à 448^{mm} (6 atmosphères), est représenté par la formule $np^c t^b$, où b et c ont les mêmes valeurs que celles trouvées par Dulong et Petit pour les pressions inférieures à la pression atmosphérique ($b = 1,23$; $c = 0,45$).

» Cette formule représente également le pouvoir refroidissant de l'air sur une boule chaude placée dans une enceinte indéfinie.

» Lorsque l'air est animé d'une vitesse u, son pouvoir refroidissant sur la boule est représenté par la formule $kt\sqrt{u}$, conformément aux conclusions théoriques de M. Boussinesq. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un relais électrostatique.* Note de M. V. Crémieu, présentée par M. H. Poincaré.

« Un contact mobile ne peut fermer un circuit de pile qu'à la condition d'exercer une pression suffisante. Quelles que soient l'intensité du courant et sa force électromotrice, la pression nécessaire doit atteindre plusieurs centigrammes.

» On ne dispose pas toujours, dans les appareils enregistreurs ou régulateurs automatiques, de forces suffisantes pour produire des pressions de cet ordre. On y remédie dans certains cas par différents artifices qui, dès qu'un contact imparfait a eu lieu, donnent naissance à une force auxiliaire qui vient s'ajouter à la force initiale. On peut ainsi fermer le circuit; mais par suite des étincelles d'induction qui ont accompagné cette fermeture, il se produit une sorte de soudure entre les pièces au contact, et la force nécessaire pour les séparer est très supérieure à celles qui ont produit la fermeture.

» Ayant voulu utiliser l'électromètre absolu que j'ai précédemment décrit (1) pour régler automatiquement le potentiel de charge d'un condensateur, j'ai rencontré toutes les difficultés que je viens d'énumérer. La force dont on dispose dans les mouvements du fléau de cet appareil atteint à peine quelques millièmes de dyne.

» J'ai pu y remédier par l'interposition, entre le régulateur et le courant qui anime les appareils de réglage, d'un *relais électrostatique* ainsi constitué :

» Le fléau de l'électromètre régulateur F (*fig.* 1) (supposé perpendiculaire au plan

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 1267.

de la figure) porte une pièce de platine isolée PP. Quand le fléau est en équilibre, PP réunit entre elles les pièces fixes AA_1 séparément reliées aux paires de quadrants fixes SS_1.

Fig. 1.

» Une aiguille de mica H, dorée sur une partie de sa surface et suspendue à un fil O, peut osciller entre ces deux paires de quadrants. Cette aiguille porte de petits contacts C et D.

» On règle la torsion du fil O de manière que C vienne appuyer contre la tige fixe G, reliée à une source à potentiel élevé (ici, au condensateur même dont on veut régler le potentiel).

» Dans ces conditions, les quadrants SS_1 ne prennent que des charges faibles et sensiblement égales. L'aiguille reste immobile, en contact avec B.

» Si le fléau vient à basculer, le contact PP quitte AA_1 et vient réunir entre eux B et B_1. B_1 est au sol et B, solidaire de A, en relation avec la paire de quadrants S.

» Celle-ci se charge aussitôt par influence et attire l'aiguille H. Dans ce mouvement, la tige T, solidaire de H et reliée à l'un des pôles du courant, vient appuyer contre la vis V reliée à l'autre pôle; le circuit se ferme.

» En même temps, le contact D est venu rencontrer la tige fixe E qui est reliée

à la paire de quadrants S_1. La charge de l'aiguille se partage alors entre elle et S_1; S_1 repousse donc H à partir de ce moment; il en résulte sur l'aiguille une seconde impulsion qui vient annuler celle en sens inverse produite par le choc entre T et V.

» La fermeture du courant ayant mis en jeu des appareils convenables, le potentiel atteint bientôt la valeur voulue, ce qui ramène le fléau F à sa position d'équilibre; le contact PP touche alors de nouveau AA_1; l'aiguille est ainsi portée au même potentiel que les quadrants; la torsion du fil la ramène à sa première position; le circuit est rompu en TV.

» Les avantages de ce dispositif sont les suivants :

» D'une part, les contacts les plus faibles de PP suffisent pour permettre aux charges à haut potentiel de passer de A à A_1 ou de B à B ; ces contacts ne s'accompagnent à la fermeture que d'étincelles très faibles ne mettant en jeu que des quantités très petites d'électricité. Il n'y a, par suite, pas de soudures comme celles provoquées par les étincelles dues à la self-induction dans un circuit de pile.

» D'ailleurs, pour la rupture des mêmes contacts il n'y a aucune étincelle, puisque, à ce moment-là, ces contacts sont toujours au même potentiel. La force nécessaire à cette rupture est donc rigoureusement égale à celle qui a produit la fermeture.

» Il se produit bien une soudure au contact TV; mais la force qui agira pour la rompre peut se régler à volonté de façon à être toujours suffisante. Cette force est, en effet, le moment du couple de torsion du fil O qui maintient C contre B, augmenté du moment dû à la déviation de l'aiguille.

» Il suffit de donner à celle-ci une surface suffisante et de régler, pour chaque valeur du potentiel, sa distance aux quadrants. Quelle que soit la torsion primitive du fil, l'aiguille obéira à l'attraction des quadrants S pour la fermeture, et à la torsion du fil pour la rupture.

» Les seules conditions de bon fonctionnement sont une grande rigidité de l'aiguille et un bon amortissement.

» Il suffit donc de maintenir l'aiguille entre le fil de suspension et un fil de cocon fixé à sa partie inférieure; l'amortissement est obtenu facilement avec une ailette métallique plongeant dans un bain d'huile d'amandes douces.

» L'appareil fonctionne parfaitement à partir de 1000 volts.

» Adapté à un électromètre sensible, en équilibre stable, comme celui que j'ai décrit, il permet de régler automatiquement, avec une grande approximation, le potentiel d'un condensateur à partir de 1000 volts et pour toutes les valeurs désirables. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'emploi de l'électromètre capillaire pour la mesure des différences de potentiel vraies au contact des amalgames et des électrolytes.* Note de M. **Lucien Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« A propos d'une Note intéressante de M. Pierre Boley [1], je demande à l'Académie la permission de faire remarquer que j'ai moi-même décrit (Association française pour l'avancement des Sciences, Congrès de Marseille, 1891) une forme d'électromètre capillaire permettant la mesure des différences de potentiel au contact des amalgames et des électrolytes.

» J'ai utilisé cet électromètre pour l'étude de diverses questions, en particulier pour examiner la variation de la différence de potentiel avec la température. Je signalerai spécialement les propriétés curieuses que j'avais remarquées de l'amalgame d'étain en présence de l'acide sulfurique : pour cet amalgame, la valeur de la force électromotrice qui rend la constante capillaire maxima est sensiblement nulle dès la température ordinaire; il en résulte qu'en construisant un électromètre avec cet amalgame, on obtient un instrument dont les indications sont indépendantes du signe de la force électromotrice. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la recherche d'un rayonnement hertzien émané du Soleil.* Note de MM. **H. Deslandres** et **Décombe**, présentée par M. Janssen.

« Les mémorables découvertes de Hertz, en 1889, sur la propagation et la nature de l'induction électromagnétique ont posé pour les astronomes la question suivante : Le rayonnement nouveau, qui est de même nature que les rayonnements calorifique et lumineux, est-il émis par le Soleil et reçu par la Terre? La réponse à cette question intéressante a été fournie presque aussitôt par les recherches de télégraphie sans fil avec les ondes hertziennes, poursuivies de tous côtés depuis 1895, avec des portées de transmission de plus en plus grandes. L'organe récepteur, dont la sensibilité a été constamment croissante, comprend un radioconducteur de Branly et un long fil appelé *antenne* (le plus souvent vertical ou incliné de 40° sur la verticale) qui rassemble les ondes. Or, pendant

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 463.

le jour, l'antenne reçoit d'une manière continue le rayonnement solaire, et, cependant, l'organe récepteur ne manifeste pas une impression continue. Aussi, en raison du grand nombre des observations faites dans les conditions les plus diverses, et bien que l'angle du rayon solaire et de l'antenne, d'ailleurs variable, ne soit pas toujours le plus favorable, on est conduit à la conclusion suivante : *La Terre ne reçoit pas d'une manière continue des ondes hertziennes sensibles, ayant la longueur des ondes de la télégraphie sans fil (comprise entre* 10^m *et* 1000^m*)* (¹). D'ailleurs, MM. Sheiner et Wilsing ont recherché spécialement le rayonnement solaire hertzien, d'abord en 1896, puis en 1899, avec une antenne horizontale, et, récemment, M. Nordman a repris la même étude sur les pentes du mont Blanc, dans des conditions à certains égards favorables.

» Ce résultat négatif étonne moins si l'on remarque que, sur la Terre, les corps incandescents, avec chaleur et lumière, n'émettent pas normalement des ondes hertziennes. Cependant le Soleil offre deux sources de rayonnement qui sont bien distinctes : sa surface et son atmosphère. La surface qui fournit la plus grande partie de sa chaleur et de sa lumière est formée de particules incandescentes ; elle est semblable aux sources terrestres, et, très probablement, n'émet pas dans les conditions normales des ondes électromagnétiques. Mais les probabilités sont en sens inverse pour l'atmosphère solaire dont l'illumination doit avoir une origine électrique (au moins si l'on considère sa partie gazeuse, chromosphère, protubérances et gaz liés aux particules de la couronne); l'un de nous a développé longuement ces idées dans un Mémoire déjà ancien (¹).

» Il est aussi probable que l'atmosphère solaire supérieure émet des rayons cathodiques. Récemment, M. Arrhénius a développé avec éclat cette hypothèse pour expliquer toutes les particularités des comètes, de l'aurore boréale et des orages magnétiques terrestres. L'un de nous a présenté antérieurement la même hypothèse, avec toutes ses conséquences, dans plusieurs Notes de 1896 à 1898 (²).

» On peut donc admettre que la chromosphère et les protubérances émettent des ondes hertziennes, ainsi que les décharges électriques de notre atmosphère. Mais ces ondes parviennent-elles jusqu'à nous? Les couches

(¹) L'un de nous a mesuré directement les longueurs d'ondes émises par des appareils similaires (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 518, Note de M. Décombe).

(²) Deslandres, *Observations de l'éclipse totale de* 1893, *au Sénégal*; Gauthier-Villars, 1896, p. 62 à 70, et *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 678 et 945, et t. CXXVI, p. 1323. D'ailleurs Zenger et plusieurs autres ont attribué les mêmes phénomènes à l'induction ou au rayonnement hertzien du Soleil.

supérieures à basse pression des atmosphères solaires et terrestres (depuis 100^{mm} jusqu'à $0^{mm},01$ sur la Terre) absorbent fortement ces ondes spéciales, et, dans les conditions normales, il est peu probable qu'une parcelle mesurable de cette énergie atteigne la surface de la Terre. Mais en est-il de même avec les grandes protubérances, dites *éruptives*, qui s'élèvent parfois à une hauteur supérieure au tiers du diamètre solaire [comme celle que l'un de nous a photographiée à Paris en 1895 (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 171)], et qui, pendant un temps très court, offrent une illumination intense d'énormes volumes de matière bien au delà des limites de la chromosphère. Les ondes électromagnétiques émises dans ces cas extraordinaires doivent avoir une grande longueur, plus grande que les ondes étudiées sur la Terre; aussi, soit en raison de cette grande longueur, soit en raison de leur intensité, elles peuvent percer l'obstacle de notre atmosphère; elles agiraient alors sur les récepteurs de la télégraphie sans fil ou sur des récepteurs appropriés, mais en se confondant avec les ondes attribuées aux orages terrestres.

» La distinction entre les ondes terrestres et cosmiques est assurément difficile; pour la réaliser, le moyen le plus sûr serait de répartir en plusieurs points de la Terre des récepteurs ou enregistreurs d'ondes et de rechercher les impressions qui seraient simultanées, et donc attribuables à une cause générale pour la Terre entière. C'est ainsi que l'on a pu rapporter au Soleil et à ses taches certaines perturbations de l'aiguille aimantée.

» Les enregistreurs d'ondes seraient naturellement placés, dans les observatoires d'Astronomie physique, à côté des appareils consacrés à l'étude du Soleil et de son atmosphère. Les observateurs pourraient ainsi mieux saisir les relations supposées entre les deux ordres de phénomènes ([1]).

» Pour organiser les enregistreurs, on peut s'inspirer des Travaux antérieurs de Popoff, Boggio Lara, Tommasini, Fenyi, sur l'inscription des ondes émises dans les orages, mais en cherchant à favoriser la captation d'ondes solaires qui seraient très longues. Ainsi, on peut remplacer l'antenne verticale par une antenne parallèle à l'axe du Monde qui serait

---

([1]) Il sera nécessaire de rapprocher les résultats des enregistreurs d'ondes des résultats fournis par les appareils enregistreurs des courants telluriques et des variations magnétiques, de manière à permettre une distinction plus précise entre les diverses causes auxquelles le phénomène pourrait être attribué.

munie de fils supplémentaires de Slaby, terminés à leur extrémité par une capacité et une self-induction très grandes ([1]). Une solution complète exigerait trois antennes (chacune étant perpendiculaire au plan des deux autres) susceptibles de capter des ondes polarisées quelconques. D'autre part, l'indicateur d'ondes proprement dit devra se prêter à un enregistrement peu coûteux, continu et facile à surveiller.

» En résumé, une longue série d'observations sera nécessaire pour décider en dernier ressort si la surface de la Terre reçoit du Soleil des ondes semblables aux ondes hertziennes. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Explication de divers phénomènes célestes par les ondes hertziennes.* Note de M. Charles Nordmann, présentée par M. Janssen.

« Le caractère négatif du résultat que j'ai obtenu dans mes expériences exécutées sur le mont Blanc et dont j'ai rendu compte dans une récente Note à l'Académie peut s'expliquer par le fait que les radiations électromagnétiques du Soleil doivent être absorbées par les couches supérieures raréfiées de l'atmosphère terrestre.

» Si la théorie électromagnétique de la lumière est exacte, on peut considérer comme infiniment probable l'émission par le Soleil d'ondulations électriques. La surface générale de la photosphère doit être une source de radiations électromagnétiques, de même qu'elle émet des radiations lumineuses et calorifiques. L'étude spectrale de la chromosphère et des protubérances éruptives a montré d'autre part que la partie basse de l'atmosphère solaire est le siège de décharges électriques extrêmement intenses qui se produisent surtout dans les régions des taches et des facules, où, sous l'influence des mouvements violents de la surface solaire, il y a séparation d'électricité positive et négative. Dans ces décharges, il doit fréquemment se produire des ondes hertziennes comme il s'en produit dans la décharge d'un excitateur actionné par une machine électrostatique. De tous ces faits, on est amené à déduire la proposition suivante :

([1]) Dans cet ordre d'idées; la tour Eiffel, complétée à sa partie supérieure par une self-induction très forte et un radioconducteur, formerait sans doute un bon récepteur. On pourrait aussi essayer les oscillographes Blondel pour déceler les ondes dont la période a une durée supérieure à $\frac{1}{100}$ de seconde.

» *La surface du Soleil doit émettre des ondes hertziennes, et cette émission doit être particulièrement intense, dans les régions où se produisent de violentes éruptions superficielles et aux époques où l'intensité de ces éruptions est maxima, c'est-à-dire dans la région des taches et des facules et au moment du maximum de l'activité solaire.*

» Les conséquences logiques de cette proposition vont me permettre de donner l'explication d'un certain nombre de phénomènes célestes restés jusqu'ici mystérieux et de les suivre jusque dans leurs moindres particularités.

» I. On sait, par les observations d'éclipses, que la couronne solaire est formée, d'une part par des filaments brillants de formes variables s'étendant à de grandes distances du Soleil et dont le spectre continu indique qu'ils sont constitués par des particules solides ou liquides incandescentes, et d'autre part par une atmosphère de gaz incandescents assez uniformément distribuée autour du Soleil, qui donne, au spectroscope, notamment les raies brillantes de l'hydrogène, et la raie verte caractéristique du coronium que l'on observe jusqu'à une distance du Soleil notablement plus grande que pour les autres raies.

» Cette atmosphère gazeuse semble indépendante des filaments lumineux, car les raies qu'elle donne sont aussi intenses dans l'intervalle obscur de deux filaments qu'au milieu d'un de ceux-ci. Les phases de ces deux parties de la couronne sont d'ailleurs exactement inverses; les observations des éclipses de 1867, 1878, 1889, 1900, qui eurent lieu lors du minimum des taches solaires, ont montré nettement que la partie gazeuse de la couronne donne des raies beaucoup plus intenses et visibles à une distance du limbe bien plus grande lors d'un maximum que lors d'un minimum des taches.

» Au contraire, les filaments de corpuscules incandescents de la couronne s'étendent à une distance du Soleil beaucoup plus grande lors d'un minimum des taches que lors d'un maximum. Young a déduit ce fait des observations des éclipses de 1867 et 1878, et celles de 1889 et 1900 l'ont rigoureusement confirmé.

» Enfin, on sait que le rayonnement solaire (nous ne parlons pas du rayonnement électromagnétique) est moins intense lors d'un maximum des taches que lors d'un minimum: cela résulte des recherches bolométriques de Langley sur les taches; cela résulte enfin nettement des Travaux de Stone, Gould, Piazzi Smyth et plus récemment de Körpens, qui tous ont établi que la température terrestre moyenne est légèrement plus élevée les années de minima que lors des maxima des taches.

» Toutes les particularités de la couronne s'expliquent alors facilement :

» *a*. La pression de radiation ou force de Maxwell-Bartoli doit être le principal agent de la répulsion loin du Soleil des filaments de corpuscules incandescents de la couronne; comme l'énergie de la radiation solaire est diminuée lors d'un maximum des taches, la pression de radiation qui lui est proportionnelle doit l'être parallèlement et les filaments doivent être moins étendus, ce qui est bien conforme aux faits observés.

» *b*. D'autre part, il résulte de la proposition démontrée ci-dessus que le rayonnement électromagnétique du Soleil doit être augmenté lors d'un maximum des taches. L'incandescence dè la partie gazeuse de la couronne ne peut être attribuée à la chaleur du Soleil, puisque cette incandescence a sa plus grande étendue et sa plus grande intensité précisément quand le Soleil rayonne le moins de chaleur. Les plus récentes recherches sur l'émission des gaz ont d'ailleurs montré que, aux plus hautes températures qu'on ait pu réaliser, la chaleur seule est incapable de produire la luminescence des gaz. L'agent physique qui rend incandescents les gaz de la couronne doit donc être d'origine électrique : ces gaz sont illuminés par les ondes hertziennes du Soleil conformément à la propriété connue de ces ondes, et cette illumination doit donc être la plus intense lors du maximum des taches, puisqu'à ce moment ces ondes ont leur plus grande intensité. Ceci rend parfaitement compte des phénomènes observés.

» La pression de radiation produite par les ondes hertziennes est d'ailleurs négligeable, les ondes hertziennes les plus courtes que l'on connaisse ayant une longueur d'onde notablement supérieure au diamètre que le calcul permet d'attribuer aux corpuscules incandescents des filaments de la couronne.

» II. Le spectre des comètes a fait l'objet de Travaux étendus de divers astronomes et surtout de Vogel et de Hasselberg. Ces Travaux ont nettement établi les faits suivants :

» 1° En outre du spectre continu que donne le noyau des comètes et qui est dû, en partie, à de la lumière solaire réfléchie et, en partie, à l'incandescence propre du noyau, les comètes donnent toutes un spectre de bandes qui est dû à un mélange gazeux incandescent d'oxyde de carbone et d'hydrocarbures;

» 2° Les expériences de laboratoire faites pour produire artificiellement un spectre identique au spectre cométaire ont toutes établi : que les gaz incandescents des comètes sont à une température relativement basse (ce qui écarte l'idée d'une émission produite par la chaleur); que ce spectre

gazeux est identique à celui que produit une décharge disruptive à basse température, et est différent des spectres que produisent soit une décharge continue, soit une combustion;

» 3° Ce spectre gazeux se modifie quand la comète approche du Soleil, comme se modifie le spectre artificiel produit dans les conditions ci-dessus, quand on augmente l'intensité de la décharge disruptive (ce qui prouve que l'agent de l'incandescence gazeuse des comètes émane du Soleil).

» Or les Travaux d'Ebert et Wiedmann ont précisément établi que les phénomènes de luminescence des gaz produits par les ondes hertziennes ont tous les caractères des phénomènes que produisent, à basse température, les décharges disruptives.

» Dans ces conditions, on voit facilement que la proposition énoncée au début de cette Note permet d'expliquer toutes les particularités des spectres cométaires.

» Cette proposition a, jusqu'à un certain point, le caractère d'une hypothèse, mais elle est logiquement déduite de la théorie électromagnétique de la lumière et de l'étude spectrale du Soleil; elle n'est contredite par aucun fait; elle rend compte de tout un ensemble de phénomènes différents et inexpliqués. Il semble donc qu'elle ait tous les caractères nécessaires pour être valable. »

PHYSIQUE. — *Sur la recombinaison des ions dans les gaz.* Note de M. P. LANGEVIN, présentée par M. Mascart.

« I. Dans une Note antérieure (¹), j'ai donné le principe de la méthode qui m'a permis de mesurer directement le rapport $\varepsilon = \frac{\alpha}{4\pi(k_1+k_2)}$, où α représente le *coefficient de recombinaison* des ions positifs et négatifs, k_1 et k_2 les *mobilités* de ces ions dans un champ électrique. J'ai également indiqué que ε représente le rapport du nombre des recombinaisons au nombre des collisions entre des ions de signes contraires, et doit par suite rester toujours inférieur à l'unité. La méthode expérimentale consiste à créer un champ uniforme dans le gaz compris entre deux lames métalliques parallèles et à déterminer : 1° la quantité d'électricité σ induite sur l'une de ces lames au moment de la création du champ; 2° la quantité d'électricité Q recueillie par cette lame après le passage dans le gaz des rayons de Röntgen provenant d'une *seule décharge* dans un tube de

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 17 février 1902.

Crookes; 3° la quantité d'électricité Q_0 libérée dans le gaz par la radiation et que l'on recueillerait dans un champ infini : la différence entre Q et Q_0 étant due à la recombinaison des ions.

» La théorie indique entre ces quantités la relation suivante, *indépendante de la répartition initiale de l'ionisation* dans le gaz,

$$(1) \qquad \frac{\varepsilon Q}{\sigma} = \log\left(1 + \frac{\varepsilon Q_0}{\sigma}\right)$$

» La quantité Q_0 ne pouvant être obtenue directement, j'ai mesuré les quantités Q et Q' recueillies dans deux champs différents produits par les charges σ et $\sigma' = m\sigma$. La valeur de ε résulte de l'élimination de x entre les équations

$$\frac{\varepsilon Q}{\sigma} = \log(1 + x), \qquad \frac{\varepsilon Q'}{\sigma'} = \log\left(1 + \frac{x}{m}\right).$$

» Un procédé graphique simple permet d'effectuer rapidement cette opération. Les quantités Q, Q', σ, σ' figurant par leurs rapports, aucune mesure absolue n'est nécessaire.

» La relation (1) suppose la quantité Q_0 assez petite par rapport à σ pour que la présence des ions dans le gaz ne modifie pas sensiblement le champ. Un calcul tenant compte de cette modification donne, pour l'erreur relative qui en résulte sur la mesure de ε, une valeur inférieure à $\frac{Q_0}{24\sigma}$ dans le cas d'une répartition initiale uniforme. La correction reste donc inférieure au centième tant que Q_0 ne dépasse pas $\frac{\sigma}{4}$.

» II. Les quantités Q_0 libérées par deux décharges consécutives dans un tube de Crookes n'étant jamais identiques, même après qu'on a supprimé complètement, ainsi que j'ai réussi à le faire, l'étincelle de rupture du primaire de la bobine, j'ai dû mesurer sur une *même décharge* les quantités Q et Q', ou plutôt Q et Q' — Q, car l'erreur relative sur ε est sensiblement l'erreur relative sur Q' — Q, et il importait de mesurer directement cette quantité par une méthode différentielle.

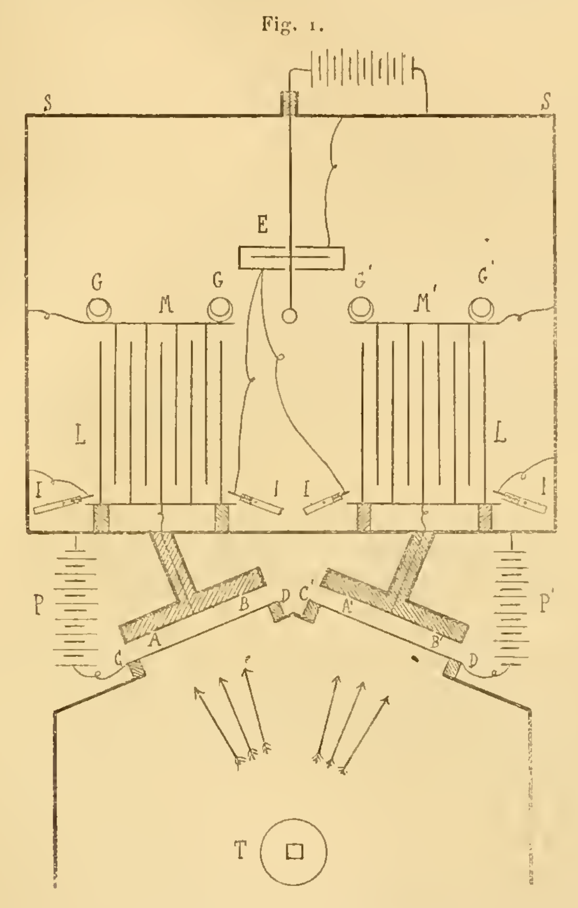
» Enfin, la différence Q' — Q étant toujours petite par rapport à Q (inférieure au dixième) et plus encore par rapport à σ, il m'a fallu augmenter la sensibilité en passant de la mesure de Q et σ à celle de Q' — Q.

» III. Ces conditions sont réalisées par la disposition suivante :

» Deux appareils ABCD, A'B'C'D' (*fig.* 1) reçoivent simultanément les rayons de Röntgen provenant du tube de Crookes T. Les lames métalliques AB, A'B', entourées d'anneaux de garde, peuvent être reliées à l'électromètre E par l'intermédiaire de condensateurs à capacité variable LM, L'M' destinés à faire varier la sensibilité.

» Chacun de ces condensateurs est constitué par un système de lames parallèles L soigneusement isolé, dans lequel peut venir s'emboîter, sans le toucher, un système semblable M relié à l'enceinte métallique générale S, et mobile perpendiculairement au plan de la figure sur deux glissières GG. On peut, de l'extérieur, éloigner ou rapprocher les systèmes L et M, *ouvrir* ou *fermer* les condensateurs. Les systèmes L

Fig. 1.



L' peuvent, au moyen de leviers I manœuvrés à distance, être reliés à l'enceinte ou une des paires de quadrants de l'électromètre.

» On règle d'abord la position du tube C de manière à obtenir des quantités libérées Q_0 identiques dans les deux appareils : les champs en ABCD, A'B'C'D' créés par les batteries P et P' étant égaux et de sens inverses, et l'électromètre étant relié à L et L', le passage de la décharge ne doit produire aucune déviation. Les deux lames AB et A'B' recueillent alors des quantités égales et de signes contraires Q'.

» Le champ restant fixe dans A'B'C'D', on le diminue dans ABCD.

» *a*. Les deux condensateurs LM, L'M' sont *fermés;* L est relié à l'électromètre, L' est isolé. On fait passer la décharge : l'élongation de l'électromètre est proportionnelle à Q.

» *b*. Cette élongation lue, on met l'électromètre en communication avec L' et l'on

ouvre les condensateurs pour diminuer la capacité du système LEL′ qui porte maintenant Q′ — Q. Deux élongations successives donnent la déviation proportionnelle à Q′ — Q. Le rapport des sensibilités dans les mesures de Q et Q′ — Q est déterminé à l'avance.

» *c*. Pour mesurer σ, on revient à la position (*a*) et l'on supprime le champ en reliant directement CD à l'enceinte S. La quantité σ se répartit sur le système LE et l'élongation lue lui est proportionnelle. σ' se mesure de la même manière.

» IV. *Résultats.* — Bien que j'aie fait varier dans de larges limites l'épaisseur de la lame de gaz, le champ, la répartition et l'intensité de l'ionisation, les valeurs obtenues pour ε dans l'air sec sous la pression atmosphérique à 17° sont restées comprises entre 0,26 et 0,28. La valeur moyenne 0,27 coïncide avec celle qu'on peut déduire d'une détermination du *coefficient de recombinaison* α faite par M. Townsend (¹) à l'aide d'une méthode entièrement différente.

» Il y a donc dans l'air, sous la pression normale, environ *une recombinaison sur quatre collisions* entre des ions de signes contraires.

» Le rapport ε tend vers l'unité quand la pression augmente. »

MAGNÉTISME. — *La magnétostriction des aciers au nickel.* Note de MM. H. Nagaoka et K. Honda, présentée par M. A. Cornu.

« L'étude des variations de dimensions des alliages de fer et de nickel soumis à des actions magnétiques présente un double intérêt. D'une part, leur emploi croissant dans les appareils de mesure, en raison de leur anomalie de dilatation, exige que l'on connaisse parfaitement toutes leurs causes de variations ; d'autre part, cette étude peut fournir des documents précieux en vue d'établir la théorie des transformations de ces alliages.

» Nos recherches ont montré que les changements de longueur, dans les champs auxquels les instruments de mesure peuvent être soumis, sont assez faibles pour qu'il n'y ait pas à en tenir compte ; mais que, d'autre part, ils ne suivent en aucune façon la loi des mélanges, et sont beaucoup plus considérables que ceux du fer ou du nickel pris isolément.

» Les échantillons sur lesquels ont porté nos études (²) consistaient en fils de

---

(¹) Townsend, *Phil. Trans.*, A. 242, p. 157 ; 1899.

(²) Grâce à l'aimable entremise de M. Guillaume, et à la bienveillance de M. L. Dumas, la Société de Commentry-Fourchambault a bien voulu mettre à notre disposition les barreaux et les fils, de composition connue, dont nous nous sommes servis.

divers diamètres, ou en ovoïdes allongés, de 1^{cm} d'épaisseur maxima et de 20^{cm} de longueur. Ils étaient soumis au champ magnétique produit par une bobine dont les constantes sont les suivantes : longueur, 30^{cm}; diamètre, $3^{cm},2$; résistance, $0^{ohm},56$, $4\pi n = 379,7$. La bobine était enfermée dans une enveloppe à circulation d'eau; l'échauffement par le courant était, d'ailleurs, extrêmement faible, en raison de la faible résistance de la bobine, excepté pour des champs supérieurs à 1000 gauss environ.

» *Variations de longueur.* — Ces variations étaient observées à l'aide d'un dispositif optique donnant une grande amplification.

» Pour les champs avec lesquels nous avons opéré, et qui ont atteint 1800 gauss, l'amplitude des variations suit l'ordre des perméabilités magnétiques. L'alliage à 25 pour 100 de nickel, qui n'est pas sensiblement magnétique, ne nous a donné aucune variation appréciable. L'alliage à 29 pour 100, qui est sensiblement magnétique, varie graduellement avec le champ; l'alliage à 46 pour 100, qui est fortement magnétique, varie d'abord rapidement, mais s'approche bientôt d'une valeur limite, de l'ordre de 25 millionièmes de la longueur initiale. L'alliage à 36 pour 100 possède des propriétés intermédiaires. Les variations sont positives, alors qu'elles sont négatives dans le nickel, et que, dans le fer, elles sont d'abord faiblement positives puis négatives.

» Dans les champs de l'ordre du champ terrestre, les changements sont inférieurs au dix-millionième.

» *Variations de volume.* — L'ovoïde à étudier était enfermé dans un réservoir de verre scellé qu'on achevait de remplir avec de l'eau distillée. On observait les variations de volume par les déplacements du ménisque dans un tube de $0^{mm},4$ de diamètre.

» Les variations trouvées pour tous les échantillons sont sensiblement proportionnelles au champ; pour 1700 gauss, elles sont respectivement de 51, 24 et 4 millionièmes pour les alliages à 29, 36 et 46 pour 100 de nickel, les plus fortes variations correspondant ainsi à la plus faible perméabilité magnétique. L'acier ordinaire ne donne qu'une variation de 1 millionième, et l'alliage à 25 pour 100 un changement encore beaucoup plus faible.

» On remarquera que la dilatation thermique intervient très peu dans les phénomènes que nous étudions, puisque l'alliage à 36 pour 100, qui se dilate environ dix fois moins que ceux à 29 ou à 46, éprouve des variations intermédiaires sous l'action du champ magnétique.

» Nos recherches montrent qu'il existe, au delà de 25 pour 100, et probablement un peu au-dessous de 29 pour 100, un alliage à variation maxima.

» *Effet Wiedemann.* — La torsion occasionnée par l'effet simultané d'un champ longitudinal et d'un champ circulaire produit par un courant parcourant le fil était déterminée à l'aide d'un miroir fixé à la partie inférieure d'un fil de 21^{cm}, suspendu dans la bobine. Le sens des variations observées, pour les alliages à 23, 39 et 45 pour 100, est le même que pour le fer, c'est-à-dire que, pour un courant descendant et un pôle nord situé au sommet de la bobine, les rotations vues d'en haut se produiseut dans le sens contraire du mouvement des aiguilles d'une montre. Pour un même courant, les champs faibles produisent une rotation qui va rapidement en croissant, passe par un maximum et décroît ensuite lentement.

» *Fils sous traction.* — Des expériences faites par l'un de nous (H.), avec la collaboration de M. Shimizu, ont montré que les variations de longueur produites par le magnétisme dans des fils d'acier-nickel soumis à une traction longitudinale diminuent à mesure que la traction augmente. Pour des charges telles que l'on approche de la limite élastique, on observe une contraction dans les champs faibles et un allongement dans les champs intenses. Le caractère de ces variations est semblable à celui que l'on observe dans le cobalt. »

MAGNÉTISME. — *Remarques sur les recherches de MM.* Nagaoka *et* Honda. Note de M. Ch.-Éd. Guillaume, présentée par M. A. Cornu.

« Les résultats obtenus par MM. Nagaoka et Honda, sur les changements de volume des aciers-nickels sous l'action du magnétisme, donnent lieu à deux ordres de remarques. Les premières se rapportent à l'interprétation des mesures; les autres, aux conclusions que l'on déduit pour la théorie de ces alliages.

» La petitesse des variations observées autoriserait à penser que les résultats ont pu en être affectés d'une façon appréciable par des phénomènes purement thermiques. L'application du principe de Carnot aux corps dont la susceptibilité magnétique est variable avec la température montre, en effet, que pour ces corps tout changement positif du champ magnétisant doit être accompagné d'une élévation de la température.

» Toutefois, une discussion serrée des résultats, faite en tenant compte à la fois de l'ordre de grandeur des changements thermiques et de la dilatabilité très diverse de ces alliages, conduit à penser que, si les mesures avaient été sensiblement faussées par des variations de la température, les nombres fournis par l'expérience devraient avoir une tout autre allure. Je supposerai donc, dans ce qui suit, que les changements observés par MM. Nagaoka et Honda sont dus en entier à des actions magnétiques.

» La magnétostriction semblait devoir fournir immédiatement un moyen de décider entre les diverses théories émises pour expliquer les singulières anomalies des alliages de fer et de nickel. Les changements produits par des champs de moyenne intensité étant positifs dans le fer et négatifs dans le nickel, il semblait que l'on pourrait indiquer sûrement, par la nature des variations de leurs alliages, la cause des propriétés magnétiques de ceux-ci.

» Parmi les théories des transformations des alliages de fer et de nickel, la plus récente, émise par M. L. Dumas, semble être aussi celle qui serre de plus près les phénomènes observés. Partant de nombreuses expériences

personnelles, M. Dumas a été conduit à admettre que, dans les ferro-nickels à faible teneur en nickel, le magnétisme appartient exclusivement au fer et s'élimine peu à peu, par abaissement irréversible, dans l'échelle des températures, de la région de transformation. Au contraire, dans les hautes teneurs, le magnétisme, de nature réversible, c'est-à-dire non doué d'hystérèse, appartiendrait uniquement au nickel. Ainsi, dans tous les alliages magnétiques à la température ordinaire, et dont la teneur est supérieure à 25 pour 100 de nickel, on devrait retrouver la plupart des qualités magnétiques du nickel pur, simplement atténuées.

» L'inspection des résultats de MM. Nagaoka et Honda est, à première vue, très décevante, et la conclusion immédiate semblerait devoir être le rejet de la théorie de M. Dumas, les variations observées dans les alliages réversibles étant positives, alors qu'elles sont négatives dans le nickel. Cependant, cette théorie est si satisfaisante à d'autres égards qu'il convient de rechercher si, même au prix d'une nouvelle hypothèse, il n'est pas possible de la mettre d'accord avec les résultats de l'observation.

» L'hypothèse suffisante pour établir cet accord peut paraître bien naturelle. J'ai montré autrefois qu'il existe des relations très étroites entre les variations magnétiques et les changements de volume des ferro-nickels, toute augmentation de la susceptibilité étant accompagnée d'une augmentation du volume moléculaire. En général, l'augmentation des propriétés magnétiques, due à une transformation moléculaire, se produit par l'abaissement de la température, mais peut être engendrée aussi par tout effort mécanique. Supposons que, sous l'action d'un champ magnétique, l'état de transformation puisse aussi être augmenté à température constante; on devra observer une augmentation du volume, conformément aux résultats obtenus par MM. Nagaoka et Honda.

» On devra s'attendre aussi à ce que le changement magnétique soit d'autant plus intense que l'on se trouvera plus près de la région de rapide transformation. La variation de volume devra alors être maxima pour les alliages contenant de 28 à 30 pour 100 de nickel; c'est ce qu'a montré l'expérience.

» Les recherches devront être poursuivies sur les alliages irréversibles à facile transformation à la température ordinaire, ou sur les réversibles, que l'on amènera, par une variation de leur température, à des distances diverses du début de leur transformation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dilatation des aciers aux températures élevées.* Note de MM. **Georges Charpy** et **Louis Grenet**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons effectué une série de mesures de dilatations sur un assez grand nombre d'échantillons comprenant des aciers au carbone et des aciers à diverses teneurs en nickel. Nous avons employé la méthode dilatométrique établie par MM. Le Chatelier et Coupeau, c'est-à-dire l'application de la méthode de Poggendorf, au moyen d'un miroir de silice fondue, à la comparaison des dilatations d'un échantillon d'acier et d'un support de porcelaine, en y introduisant quelques modifications qui nous ont paru de nature à augmenter la précision des résultats.

» L'appareil de chauffage est un tube en terre réfractaire entouré d'une spirale de platine dans laquelle passe un courant électrique; autour de ce tube est enroulé du cordon d'amiante sur une épaisseur variable aux différents points, de façon à uniformiser la température et à combattre l'influence refroidissante des extrémités; nous avons pu obtenir, de cette façon, que trois pyromètres placés au milieu et aux deux extrémités de l'échantillon d'acier étudié, de $0^m,06$ de long, fussent d'accord à 5° ou 6° près. Le support de porcelaine ne repose pas sur le tube chauffé; c'est une tige de porcelaine qui traverse le four de part en part et repose sur deux supports extérieurs. On peut ainsi placer le support et le morceau d'acier symétriquement par rapport à l'axe du four et à égale distance des parois, ce qui est nécessaire pour qu'ils soient constamment à la même température. On s'est assuré, en remplaçant le fragment d'acier par un morceau de porcelaine, que le support ne prenait pas de flexion pendant le chauffage. La dilatation du support a été déterminée par rapport à celle du quartz parallèle à l'axe et trouvée égale à 4×10^{-6}, en supposant pour le quartz une dilatation moyenne de 0,70 pour 100 entre 15° et 570°. Enfin, nous avons reconnu la nécessité de mettre le pyromètre non pas à côté de l'échantillon d'acier, mais dans un trou percé dans cet échantillon.

» Nous considérons seulement ici les résultats relatifs aux aciers recuits, dans les intervalles de température où ils ne subissent pas de transformations, nous réservant de revenir sur l'étude des périodes de transformation et des aciers écrouis ou trempés.

» Les chiffres inscrits dans le Tableau suivant donnent les résultats fournis directement par l'expérience, sans aucune correction, pour un certain nombre d'aciers au carbone.

Composition des aciers.					Coefficients moyens de dilatation de				
C.	Mn.	Si.	Ph.	S.	15° à 200°.	200° à 500°.	500° à 650°.		
0,03	0,01	0,03	0,013	0,023	$11,8\times10^{-6}$	$14,3\times10^{-6}$	$17,0\times10^{-6}$	$24,5\times10^{-6}$	Entre 880° et 950°.
0,25	0,04	0,05	0,010	0,010	11,5	14,5	17,5	23,3	Entre 800° et 950°.
0,64	0,12	0,14	0,009	0,010	12,1	14,1	16,5	23,3	Entre 720° et 950°.
0,93	0,10	0,05	0,005	0,010	11,6	14,9	16,0	27,5	» »
1,23	0,10	0,08	0,005	0,009	11,9	14,3	16,5	33,8	» »
1,50	0,04	0,09	0,010	0,010	11,5	14,9	16,5	36,7	» »
3,50	0,03	0,07	0,005	0,010	11,2	14,2	18,0	33,3	» »

» On voit que les coefficients de dilatation, qui augmentent quand la température s'élève, restent presque rigoureusement égaux pour les diverses teneurs en carbone jusqu'à 650°. Ce résultat est conforme à ceux obtenus par M. H. Le Chatelier. Le fait que du fer à peu près pur se dilate de la même façon qu'une fonte blanche contenant 3,50 pour 100 de carbone, soit près de 50 pour 100 de carbure de fer Fe^3C (cémentite), semble indiquer que le fer et le carbure de fer ont sensiblement le même coefficient de dilatation.

» Au-dessus de la zone de transformation, on retrouve des coefficients de dilatation à peu près égaux pour les aciers contenant moins de 0,85 de carbone; au-dessus de cette teneur, les coefficients sont beaucoup plus élevés, mais il est possible que les transformations ne se terminent complètement qu'à une température bien supérieure à 700° et interviennent par suite dans ces valeurs numériques.

» Pour les aciers au nickel, nous signalerons seulement les résultats obtenus sur un certain nombre de métaux pour lesquels le point de transformation est inférieur à la température, qui par conséquent ne subissent pas de transformation au cours des expériences (aciers réversibles de M. Guillaume).

Composition des aciers.			Coefficients moyens de dilatation entre :				
Ni.	C.	Mn.	15° et 100°.	100° et 200°.	200° et 400°.	400° et 600°.	600° et 900°.
26,9	0,35	0,30	$11,0\times10^{-6}$	$18,0\times10^{-6}$	$18,7\times10^{-6}$	$22,0\times10^{-6}$	$23,0\times10^{-6}$
28,9	0,35	0,36	10,0	21,5	19,0	20,0	22,7
30,1	0,35	0,34	9,5	14,0	19,5	19,0	21,3
34,7	0,36	0,36	2,0	2,5	11,75	19,5	20,7
36.1	0,39	0,39	1,5	1,5	11,75	17,0	20,3
32,8	0,29	0,66	8,0	14,0	18,0	21,5	22,3
35,8	0,31	0,69	2,5	2,5	12,5	18,75	19,3
37,4	0,30	0,69	2,5	1,5	8,5	19,75	18,3
25,4	1,01	0,79	12,5	18,5	19,75	21,0	35,0
29,4	0,99	0,89	11,0	12,5	19,0	20,5	31,7
34,5	0,97	0,84	3,0	3,5	13,0	18,75	26,7

» On voit, dans ce Tableau, que les dilatations aux basses températures présentent les curieuses variations avec la teneur en nickel signalées et étudiées par M. Ch.-Ed. Guillaume; mais les coefficients de dilatation augmentent rapidement avec la température de façon à masquer ces variations, de sorte que des aciers dont les dilatations à 100° varient dans le rapport de 1 à 10 présentent des dilatations très voisines à 500° et au-dessus. »

CHIMIE. — *Chaleur spécifique et masse atomique du vanadium.* Note de MM. C. **Matignon** et E. **Monnet**.

« On n'a pas déterminé jusqu'ici la chaleur spécifique du vanadium ; sa masse atomique a été fixée par Roscoé en tenant compte des analogies chimiques présentées par les acides vanadique et phosphorique et plus particulièrement de l'isomorphisme de la vanadinite avec les chloro- et fluophosphates du groupe des apatites. Nous nous sommes proposé d'obtenir la chaleur spécifique du vanadium en utilisant des alliages ou des combinaisons métalliques du vanadium et en appliquant la loi de Regnault à la chaleur spécifique de ces alliages. Nos déterminations se rapportent à un ferrovanadium et à une combinaison cristallisée d'aluminium et de vanadium, préparés par M. Hélouis et l'un de nous.

» *Ferrovanadium.* — Le ferrovanadium s'obtient facilement en réduisant par l'aluminium un mélange d'oxyde de fer et d'anhydride vanadique. Il constitue un bel alliage blanc brillant, à structure fibreuse, que les acides les plus faibles font passer en solution. Mis au contact de l'eau, il lui communique au bout de quelque temps une belle coloration verte.

» L'alliage utilisé présentait à l'analyse la composition suivante :

			Pour 100.
Vanadium	26,65	Moyenne	26,68
—	26,70		
Silicium			1,69
Fer par différence			71,63

» L'oxyde de fer employé à la préparation était de l'oxyde des battitures siliceux, ce qui explique la présence du silicium dans l'alliage ; il ne contenait point de manganèse. Ce ferrovanadium à haute teneur en fer (71,6 pour 100) ne possède plus que des propriétés magnétiques extrêmement faibles.

» La chaleur spécifique a été déterminée entre 15° et 100°; dix expériences ont fourni des résultats très concordants. Voici les résultats rapportés à 1g d'alliage, pour cinq de ces déterminations :

0,1185	
0,1187	
0,1185	Moyenne : 0,1185
0,1183	
0,1189	

» En retranchant de la chaleur spécifique de l'alliage les chaleurs spécifiques du silicium et du fer dans les mêmes intervalles de température, on peut en déduire, d'après la loi de Regnault sur la chaleur spécifique des alliages, la chaleur spécifique du vanadium. On trouve ainsi pour 1g, comme valeur moyenne entre 15° et 100°, 0,1258, soit pour la chaleur atomique $0,1258 \times 51 = 6,4$.

» *Aluminium-vanadium.* — Ce produit, qui avait figuré à l'Exposition, a été préparé par la méthode indiquée par l'un de nous à M. Guillet [1], méthode qui lui a permis de préparer commodément un grand nombre de combinaisons cristallisées de métaux avec l'aluminium.

» La combinaison bien cristallisée se présente en grandes lamelles très brillantes, rappelant tout à fait l'oligiste micacé. Elle reste comme résidu, quand on traite par l'acide chlorhydrique étendu l'alliage d'aluminium et de vanadium.

» Les cristaux soumis à l'analyse ont donné les valeurs suivantes :

			Pour 100.
Vanadium............	67,82 / 67,91	Moyenne....	67,87
Aluminium..................................			32,81
			100,68

» Le nombre de l'aluminium est un peu fort, par suite de la difficulté de séparer complètement l'acide vanadique de l'alumine.

» La combinaison AlVa donne les valeurs suivantes :

Vanadium..........................	65,52
Aluminium..........................	34,47

se rapprochant de celles fournies par l'analyse précédente, de sorte que la combinaison cristallisée paraît correspondre à la formule AlVa.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1112.

» La chaleur spécifique déterminée entre 15° et 100° a été trouvée égale en moyenne à 0,1565.

0,1563 0,1565 0,1573 0,1562	Moyenne..............	0,1565

En considérant la chaleur spécifique comme la résultante des chaleurs spécifiques individuelles des constituants, on en déduit, pour la chaleur spécifique moyenne du vanadium entre 15° et 100°, la valeur 0,1235 et, par conséquent, pour la chaleur atomique, 6,3.

» Les deux alliages de vanadium conduisent donc aux valeurs suivantes :

6,4 6,3	Moyenne....................	6,35

Le choix du nombre proportionnel comme masse atomique, fixé par des considérations d'isomorphisme, concorde donc avec celui qui résulte de l'examen de la chaleur spécifique; autrement dit, cette chaleur spécifique prise dans le voisinage de la température ordinaire satisfait à la loi de Dulong et Petit.

» Le vanadium a été dosé volumétriquement d'une façon *simple* et *très précise*, en le transformant en solution sulfurique de l'état hypovanadique V^2O^4 à l'état vanadique V^2O^5, à l'aide du permanganate de potasse. La réduction se fait par un courant de gaz sulfureux en liqueur sulfurique; quand l'excès de gaz est chassé par l'ébullition, on titre la solution fortement étendue, très sulfurique et bouillante; le virage est très net et persistant; on en est d'ailleurs prévenu par les teintes intermédiaires que prend la belle solution bleue primitive avant d'arriver à l'oxydation complète. La présence de l'aluminium ne gêne pas le dosage.

» Dans le cas du ferrovanadium, on effectue d'abord la séparation du fer par la potasse fondante, ou mieux par une attaque directe de l'alliage en poudre avec le bioxyde de sodium; la séparation est alors très rapide. Ce même procédé nous a permis de doser le vanadium dans ses minerais et les aciers qui en contiennent.

» *En résumé,* nous avons : 1° signalé l'existence du composé cristallisé Al Va; 2° indiqué quelques propriétés du ferrovanadium; 3° déterminé la chaleur spécifique du métal; 4° montré que cette masse atomique, définie par la loi de Dulong et Petit, s'accorde avec la masse atomique choisie

par des considérations d'isomorphisme ; 5° indiqué une méthode simple de dosage du vanadium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons thalliques.* Note de M. V. THOMAS, présentée par M. H. Moissan.

« Un récent Travail de M. Cushmann, dont je viens d'avoir connaissance [1], m'oblige à publier, quoique incomplets, les résultats des recherches que je poursuis depuis plus d'une année sur les sels thalliques et, en particulier, sur les sels halogénés.

» Comme je me propose de revenir ultérieurement sur ces combinaisons, je me bornerai ici à résumer les points principaux [2].

» 1° Le chlorure thallique prend naissance régulièrement par l'action du chlore sur le chlorure thalleux en suspension dans l'eau. Par concentration de la solution, on obtient un hydrate $TlCl^3, 4H^2O$. Je n'ai jamais pu, jusqu'à présent, obtenir le monohydrate décrit par M. Meyer [3].

» La déshydratation de ce chlorure présente un certain intérêt au point de vue de la théorie de Werner. A température ordinaire, cette déshydratation est extrêmement lente. D'après M. Meyer, elle conduirait à la formation de monohydrate. D'après M. Cushmann, l'existence de ce monohydrate n'est pas démontrée. Quant à la quatrième molécule d'eau, elle ne peut être éliminée sans perte de chlore.

» Les expériences de M. Cushmann à ce sujet consistent à abandonner le chlorure thallique hydraté sur l'anhydride phosphorique ou l'acide sulfurique *pendant* 21 *semaines*. J'avais, de mon côté, essayé la dessiccation de ce chlorure, mais le mode opératoire était différent. J'opérais dans le vide tel que le donne une trompe à mercure, en présence de potasse en plaques. L'alcali remplit ici le même rôle que P^2O^5

---

(1) *On some complex compounds of thallium, and the constitution of double salts* (*American chemical Journal*, décembre 1901, p. 505).

(2) Je profite de la publication de cette Note pour corriger une faute de formule qui s'est glissée dans ma dernière Note. Les aiguilles décrites comme correspondant à la formule $Tl^4Cl^3Br^3$ correspondent, en réalité, à la formule $Tl^4Cl^4Br^2$, et, comme les lamelles, elles sont susceptibles d'exister, au point de vue théorique tout au moins, sous les deux formes :

Cl, Cl, Br, Br, Cl, Cl — Cl, Br, Cl, Br, Cl, Cl

(3) *Zeitschrift für anorganische Chemie*, 31 juillet 1900, p. 321 et suivantes.

ou SO^4H^2 dans les expériences de M. Cushmann, mais il a, en outre, l'avantage de retenir le chlore. Mes expériences, qui ne sont pas encore terminées, me permettront, j'espère, non seulement d'élucider la question de l'existence du monohydrate, mais aussi celle du bichlorure Tl^2Cl^4.

» *Le chlorure thallique n'est pas hygrométrique.* En solution très concentrée, il perd facilement du chlore, mais, en solution étendue légèrement acidifiée par l'acide chlorhydrique, il est très stable.

» 2° Le brome ajouté en excès à une bouillie faite de chlorure thalleux et d'eau donne un liquide qui, par évaporation, fournit des cristaux d'un chlorobromure $TlClBr^2$ hydraté. Cet hydrate paraît renfermer $4H^2O$ (1). On ne peut le déshydrater dans le vide : dans ces conditions, en effet, il perd du chlore et du brome en donnant le chlorobromure $Tl^3Cl^2Br^4$ que j'ai déjà eu l'occasion de décrire. Sous l'action de la chaleur, il se dédouble de la même façon.

» 3° Le chlore, ajouté en quantité calculée au bromure thalleux, donne un chlorobromure $TlCl^2Br, 4H^2O$ tout à fait analogue au précédent.

» 4° Le brome dissout rapidement le bromure thalleux mis en suspension dans l'eau. La solution sirupeuse, abandonnée à elle-même ou chauffée convenablement, laisse déposer de grandes aiguilles prismatiques de bromure $TlBr^3, 4H^2O$ (2). Je n'ai jamais obtenu le monohydrate, le seul que M. Meyer ait pu préparer.

» Ce bromure partage toutes les propriétés du trichlorure, mais il est beaucoup moins stable; c'est ainsi qu'il perd du brome très rapidement dans le vide et même lorsqu'on le maintient longtemps dans un courant d'air chauffé vers 25°. Il donne naissance, dans les deux cas, au bibromure Tl^2Br^4.

» 5° Tous ces composés halogénés sont susceptibles de se combiner aux hydracides; en même temps, ils prennent l'état liquide. Pour 1^{mol} du type TlX^3, il y a 1^{mol} d'hydracide fixé. Je n'ai pu isoler encore ces combinaisons à l'état solide, par suite de leur très grande solubilité, mais leur composition ne saurait être mise en doute, car elle a été fixée très exactement en déterminant directement le poids de gaz absorbé par un poids connu de substance. On a ainsi obtenu les composés

$$TlCl^3, HCl, \quad TlBr^3, HBr.$$

» La fixation de l'acide chlorhydrique sur les chlorobromures se fait de la même façon et engendre les composés

$$TlCl^2Br, HCl, \quad TlCl^2Br, HCl.$$

» Si, sur les composés mixtes renfermant du chlore et du brome, on fait passer un courant d'acide bromhydrique, le phénomène est plus complexe. Il y a d'abord fixa-

(1) La quantité d'eau calculée par différence est légèrement supérieure à celle exigée par la formule $TlClBr^2, 4H^2O$.

(2) La quantité d'eau trouvée par différence est un peu supérieure à celle exigée par la formule.

tion d'hydracide et formation de corps analogues aux précédents

$$TlCl^2Br, HBr, \quad TlClBr^2, HBr;$$

puis, lorsque la saturation est complète, on voit le liquide comme entrer en ébullition; c'est une nouvelle réaction qui prend naissance : le déplacement du chlore par le brome; si bien qu'en prolongeant suffisamment l'action de l'acide bromhydrique gazeux, on arrive toujours au bromhydrate de bromure.

» Tous ces composés ont-ils une existence chimique bien définie ou représentent-ils des mélanges de composés isomorphes? C'est un point qui reste à élucider, mais dont l'étude ne saurait être abordée avec quelque chance de succès avant que ne soit établie, *d'une façon indiscutable*, la manière de se comporter dans le vide et sous l'action de la chaleur des deux têtes de série, à savoir $TlCl^3, 4H^2O$ et $TlBr^3, 4H^2O$.

» La question pour $TlBr^3, 4H^2O$ est nettement tranchée; j'espère pouvoir, sous peu, éclairer complètement, sous ce rapport tout au moins, l'histoire du trichlorure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides dioxytaririque et cétotaririque.* Note de M. ARNAUD, présentée par M. A. Haller. (Extrait.)

« L'oxydation ménagée de l'acide taririque ([1]),

$$CH^3 - (CH^2)^{10} - C \equiv C - (CH^2)^4 - CO^2H,$$

soit par le MnO^4K, soit par l'acide azotique, donne un acide dioxytaririque $C^{18}H^{32}O^4$. L'acide taririque se comporte donc comme l'acide stéarolique ([2]).

» Le meilleur mode d'obtention consiste dans l'emploi de l'acide azotique fumant, en arrêtant la réaction vive par un refroidissement brusque. Après lavage à l'eau du produit brut, on le purifie par cristallisations dans l'alcool concentré. Les rendements sont très satisfaisants.

» L'acide dioxytaririque forme des paillettes ou feuillets minces, brillants, d'un jaune pâle micacé, qui fondent à 98°. Il donne à l'analyse des nombres concordant avec la formule $C^{18}H^{32}O^4$.

([1]) ARNAUD, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 79; t. CXXII, p. 1000.

([2]) OVERBECK, *Annalen der Chemie und Pharm.*, t. CXL, p. 63. — SPIECKERMANN, *Berichte der deutsch. chem. Gesell.*, t. XXVIII, p. 276.

» Il est insoluble dans l'eau, se dissout aisément dans l'alcool concentré bouillant; mais il est très peu soluble dans ce dissolvant, à froid : 100 parties d'alcool à 95°, à la température de 5°,5, dissolvent $0^g,070$ d'acide dioxytaririque...

» La formation de l'acide dioxytaririque résulte de la fixation de 2^{at} d'oxygène sur le groupement taririque avec formation d'un composé dicétonique :

$$CH^3 - (CH^2)^{10} - C \equiv C - (CH^2)^4 - CO^2H + 2O$$
$$= CH^3 - (CH^2)^{10} - CO - CO(CH^2)^4 - CO^2H.$$

» Afin de vérifier l'existence de la fonction dicétonique, l'acide dicétoxymétaririque

$$CH^3 - (CH^2)^{10} - C(Az.OH) - C(Az.OH) - (CH^2)^4 - CO^2H$$

a été préparé en faisant réagir, à l'ébullition, le chlorhydrate d'hydroxylamine sur l'acide dioxytaririque en présence d'un excès de soude caustique et d'une petite quantité d'alcool. Le produit brut est purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool concentré bouillant. Le rendement est d'environ 70 pour 100.

» L'acide dicétoxymétaririque cristallise en petites aiguilles incolores insolubles dans l'eau, peu solubles à froid dans l'alcool, très solubles au contraire à l'ébullition. Il fond à 166°-167°. Chauffé lentement avant son point de fusion, il se décompose en donnant des produits bruns.

» L'analyse élémentaire donne des nombres concordant avec la formule $C^{18}H^{34}Az^2O^4$.

» L'acide taririque se dissout aisément dans l'acide sulfurique concentré froid en donnant, par fixation de 1^{mol} d'eau, un acide à fonction cétonique, isomère de l'acide cétostéarique [1]. Cette préparation est facile et donne des rendements qu'on peut évaluer à 70 pour 100 de l'acide taririque mis en œuvre.

» L'acide cétotaririque brut est purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool concentré bouillant.

» A l'état de pureté, il forme de petits feuillets blancs, nacrés, qui fondent à 75° et qui donnent à l'analyse élémentaire des nombres concordant avec la formule $C^{18}H^{34}O^3$.

---

(1) BARUCH, *Berichte der deutsch. chem. Gesell.*, t. XXVII, p. 172.

» Il est insoluble dans l'eau, peu soluble à froid dans l'alcool concentré : 100 parties d'alcool à 95°, à la température de 6°,5, dissolvent $0^g,640$ d'acide cétotaririque, très soluble dans l'alcool bouillant.

» L'acide cétotaririque présente la particularité de donner un sel d'ammonium acide presque insoluble dans l'eau froide, très soluble dans l'eau bouillante. La formule de ce sel a été déterminée par l'analyse

$$C^{18}H^{33}AzH^4O^3 - C^{18}H^{34}O^3.$$

Il peut servir à purifier et à séparer l'acide cétotaririque des autres acides gras [1]....

» L'acide cétotaririque donne un acide cétoxymétaririque

$$CH^3 - (CH^2)^{10} - C(Az.OH) - CH^2 - (CH^2)^4 - CO^2H,$$

corps huileux qui se concrète au froid.

» De ces recherches découle, pour l'acide cétotaririque, la formule constitutionnelle $CH^3 - (CH^2)^{10} - CO - CH^2 - (CH^2)^4 - CO^2H$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de condensation du tétraméthyldiamidobenzhydrol avec quelques amines primaires aromatiques à position* para *occupée*. Note de MM. **A. Guyot** et **M. Granderye**, présentée par M. A. Haller.

« Dans l'intention de préparer des dérivés *o.*-amidés du triphénylméthane, nous avons été amenés à condenser le tétraméthyldiamidobenzhydrol avec plusieurs amines aromatiques à position *para* occupée. Nous pensions que la liaison s'établirait en *ortho* vis-à-vis du groupe $-AzH^2$, ainsi que le faisait prévoir une observation due à M. Nölting [2].

» La condensation s'est effectuée dans des conditions identiques à celles indiquées par cet auteur, mais les résultats ont été tout autres.

» Notre étude s'est portée sur la *p.*-nitraniline, l'acide sulfanilique et la *p.*-phénylènediamine.

» Le produit à condenser ($\frac{1}{10}$ mol.) est dissous ou mis en suspension dans 100^{cm^3} d'acide chlorhydrique normal; d'autre part, on dissout 27^g ($\frac{1}{10}$ mol.) de tétraméthyl-

---

[1] Harenfratz a déjà indiqué des sels analogues pour l'acide stéarolique (*Bulletin du Muséum*, février 1902).

[2] *Ber.*, t. XXIV, 2e série, p. 3126; 1891.

diamidobenzhydrol dans 200^{cm^3} d'acide chlorhydrique normal. Les solutions sont mélangées et chauffées au bain-marie plus ou moins longtemps, suivant les corps que l'on veut obtenir.

» Avec la *p.*-nitraniline et après une heure de chauffe, nous avons remarqué la formation d'une liqueur brune qui, traitée par un excès d'ammoniaque en présence de quelques gouttes d'éther, a fourni une cristallisation d'un corps jaune fondant à 182°, soluble en bleu dans l'acide acétique cristallisable, légèrement dichroïque, que nous avons caractérisé par son analyse et ses propriétés. C'est la phényl-leucoauramine *p.*-nitrée:

$$\begin{matrix} \left.\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right\rangle Az - C^6H^4 \diagdown \\ \qquad\qquad\qquad H - C - \underset{1}{AzH} - C^6H^4 - \underset{4}{AzO^2} \\ \left.\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right\rangle Az - C^6H^4 \diagup \end{matrix}$$

obtenue peu de temps avant nous par M. R. Möhlau et M. Heinze, mais dans des conditions de condensation tout autres (¹).

» En arrêtant l'opération à temps, on peut n'observer que la formation de ce corps avec un rendement de 50 pour 100, mais si l'on prolonge le temps de chauffe, ce rendement diminue et l'on voit, au bout de 6 heures, se déposer à la température du bain-marie de fines aiguilles violettes à reflets rouges, fondant à 193°; c'est le chlorhydrate de la *p.*-diméthylamidobenzylidène-aniline *p.*-nitrée, dont on isole la base libre par précipitation avec l'ammoniaque et par cristallisation dans la benzine :

$$\left.\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right\rangle \underset{4}{Az} - C^6H^4.\underset{1}{CH} = \underset{1}{Az} - C^6H^4 - \underset{4}{AzO^2}.$$

» La constitution de ce corps, magnifiques lamelles orangées, dichroïques, fondant à 198°-199°, a été bien établie par ses produits de décomposition (*p.*-diméthylamidobenzaldéhyde et *p.*-nitraniline), et par sa synthèse au moyen des deux corps précités, en milieu acide.

» Nous avons, en outre, observé et caractérisé la formation de *p.*-nitroaniline, de diméthylaniline et de leucobase du violet cristallisé, ce dernier provenant sans doute de la réaction qui a lieu entre la diméthylaniline et la phényl-leucoauramine (²).

» On peut voir que la formation du composé azométhinique n'est pas due à la *p.*-diméthylamidobenzaldéhyde qui aurait pu provenir de la scission de l'hydrol (³), mais bien à l'action de l'acide chlorhydrique étendu sur la *p.*-nitrophényl-leucoauramine; nous nous en sommes assurés par expérience directe.

» L'acide sulfanilique donne, sans passer par l'intermédiaire de la leucoauramine

---

(¹) *Ber.*, t. XXXV, 1re série, 1902, p. 368.

(²) *D. R. P.*, n° 64, p. 270.

(³) H. Weil, *Berichte*, t. XXVII, 3e série, 1894, p. 3316.

correspondante, la *p.*-diméthylamidobenzylidène-aniline *p.*-sulfonée

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\underset{4}{Az} - C^6H^4 - \underset{1}{CH} = \underset{1}{Az} - C^6H^4 - \underset{4}{So^3H}$$

qui se scinde sous l'influence des alcalis en *p.*-diméthylamidobenzaldéhyde et en acide sulfanilique.

» On trouve dans la même réaction, et formés par un mécanisme analogue à celui déjà cité au sujet de la *p.*-nitraniline, de la diméthylaniline, la leucobase du violet hexaméthylé et un composé qui se forme en très petite quantité, peut-être le produit de condensation normal que nous nous proposons d'étudier.

» Dans les mêmes conditions, avec la *p.*-phénylènediamine, nous avons obtenu, avec un rendement assez faible, un produit qui n'est autre que la *p.*-diméthylamidobenzylidène-aniline *p.*-amidée, cristaux jaune clair, solubles en un beau rouge dans l'acide acétique glacial,

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\underset{4}{Az} - C^6H^4 - \underset{1}{CH} = \underset{1}{Az} - C^6H^4 - \underset{4}{AzH^2}.$$

» En résumé, nous avons préparé, par condensation des amines aromatiques primaires à position *para* occupée avec le tétraméthyldiamidobenzhydrol, en milieu chlorhydrique dilué, non pas les produits que la théorie faisait prévoir, sauf un (et nous faisons encore à son sujet quelque réserve), mais des corps de condensation anormale : leucoauramine et azométhiniques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles réactions des dérivés organométalliques* (V). Note de M. **E.-E. Blaise**, présentée par M. A. Haller. (Extrait.)

« J'ai déjà indiqué, dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 38) que les dérivés éthéro-organomagnésiens réagissent sur les éthers isocyaniques pour donner naissance à des combinaisons qui, décomposées par l'eau, fournissent des anilides....

» La réaction des dérivés organométalliques sur les éthers isocyaniques, qui constitue une méthode générale de synthèse des acides monobasiques, ne peut être appliquée à la synthèse des acides bibasiques.

» Lorsqu'on cherche, en effet, à condenser les éthers des acides gras bromés avec l'isocyanate de phényle, en présence du zinc, on n'obtient que des produits de polymérisation de l'éther isocyanique, en particulier l'isocyanurate triphénylique.

» MM. Tissier et Grignard ont montré récemment (*Comptes rendus*,

t. CXXXIV, p. 107) que les dérivés éthéro-organomagnésiens, comme les dérivés organométalliques du zinc (*Berichte*, t. XX, p. 704, R.) réagissent sur le trioxyméthylène pour donner les alcools homologues qu'on peut obtenir ainsi avec facilité. Dans le même ordre d'idées, j'ai examiné l'action des dérivés organomagnésiens sur l'oxyde d'éthylène; on pouvait espérer qu'on obtiendrait ainsi un alcool primaire renfermant deux atomes de carbone de plus que l'iodure alcoolique d'où l'on était parti :

$$R - MgBr(C^2H^5)^2O + \begin{array}{l} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{array}\!\!\!> O = \begin{array}{l} CH^2 - R \\ | \\ CH^2 - O - MgBr - (C^2H^5)^2O. \end{array}$$

» La réaction, en effet, s'effectue partiellement dans ce sens, mais le produit prédominant qu'elle fournit est la monobromhydrine du glycol. Cette réaction met donc en évidence un nouveau mode de condensation des dérivés organomagnésiens; tandis que ces dérivés se scindent ordinairement en un radical carboné, R, et un groupement Mg X, où X représente un atome d'élément halogène, on observe, au contraire, dans le cas présent, un dédoublement en un radical R — Mg — et un atome d'halogène :

$$R - MgBr(C^2H^5)^2O + \begin{array}{l} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{array}\!\!\!> O = \begin{array}{l} CH^2 - O - Mg - R \\ | \\ CH^2Br \end{array} + (C^2H^5)^2O.$$

» Enfin, je m'occupe actuellement de la condensation des éthers des acides gras bromés avec le trioxyméthylène, en présence du zinc. Cette condensation s'effectue en effet, lorsqu'on opère dans des conditions convenables et conduit aux éthers des β oxyacides primaires.

» On a, par exemple,

$$\begin{array}{l} (CH^3)^2CBr - CO^2C^2H^5 + CH^2O + Zn \\ \qquad = Br - Zn - O - CH^2 - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5. \end{array}$$

» La méthode est générale et permettra de préparer les β oxyacides primaires, mono ou disubstitués en α, et dont on ne connaît guère qu'un représentant : l'acide hydracrylique. Elle permettra de même de préparer, par simple déshydratation, les acides non saturés qui correspondent aux oxyacides monosubstitués en α.

» Parmi les éthers que cette méthode m'a déjà fournis, je mentionnerai en particulier l'oxypivalate d'éthyle, $CH^2OH - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5$ qui bout à 85°-87° sous 16^{mm} et dont l'acide cristallise en longues aiguilles dans le chloroforme. En traitant l'éther par le pentabromure de phosphore, on

obtient le bromopivalate d'éthyle, doué d'une odeur agréable et qui bout à 89°-90° sous 25mm. C'est donc là un moyen d'obtenir les dérivés bromés des acides disubstitués en α, qu'aucune méthode ne permettait jusqu'ici de préparer... »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des sulfures, des sulfites et des hydrosulfites sur les matières colorantes azoïques nitrées.* Note de MM. **Rosenstiehl** et **Suais**, présentée par M. A. Haller. (Extrait.)

« L'action d'une solution alcaline de glucose sur les matières colorantes azoïques nitrées a précédemment été étudiée par l'un de nous. Quand cette action est ménagée, le groupement — Az = Az — est respecté tandis que seul le groupe AzO^2 est attaqué.

» Deux molécules du corps nitré perdent trois atomes d'oxygène sur les quatre qui sont unis à l'azote et il se forme un dérivé d'azoxyamine. On a obtenu ainsi des matières colorantes nouvelles, teignant le coton non mordancé. Le quatrième atome d'oxygène résiste à tel point que, quand on réussit à l'enlever, la matière colorante elle-même est détruite par suite de la scission de la molécule azoïque. On obtient ainsi les azoamines libres correspondantes, par une réaction très nette. Une nouvelle azoamine a été obtenue par ce procédé, c'est la para-azoorthotoluidine

$$\begin{array}{l} AzC^6H^3(CH^3)AzH^2 \\ \| \\ \underset{(4)}{Az}C^6H^3\underset{(2)}{(CH^3)}\underset{(1)}{AzH^2}. \end{array}$$

Cependant, dans ce cas, la réduction a été trop loin. Elle a porté à la fois sur le groupe nitré et sur le groupe azoïque, ce que l'on eût voulu éviter. Car il y avait quelque intérêt pratique à agir sur le groupe nitré seul sans défaire le groupe azoïque, et de passer ainsi directement des dérivés nitrés aux dérivés d'azoamines.

» Nous avons donc étudié l'action de divers réducteurs sur ces corps complexes nitrés. Nous indiquerons quelques réactions nettes, observées dans le cours de cette étude.

» 1° *Action des sulfures.* — Celle-ci est très complexe, sauf un seul cas, celui où l'on emploie un bisulfure, et qu'on opère à froid et en solution alcaline. On obtient alors un amido dérivé et un hyposulfite, selon l'équation

$$RAzO^2 + CaS^2 + H^2O = RAzH^2 + CaS^2O^3.$$

Il faut éviter un excès de bisulfure.

» La réaction est quantitative, et générale quand le dérivé nitré est soluble dans un liquide alcalin, ce qui est ici le cas.

» 2° *Action des sulfites.* — Les sulfites respectent le groupe AzO^2 et attaquent le groupe $-Az=Az-$. On opère en solution alcaline et à chaud; la nitramine est mise en liberté et les rendements sont excellents. Les para et les méta dérivés se comportent de la même manière.

» Il n'en est plus ainsi si l'on opère sur les dérivés d'azoxyamines. Ici se manifeste une différence bien marquée et utilisable.

» Seuls les dérivés de para-azoxyamines sont attaqués, les dérivés méta résistent.

» Par l'action des sulfites sur les matières colorantes dérivées des para-azoxyamines, on a obtenu une série d'azoxyamines libres, dont l'une est nouvelle, c'est la para-azoxyorthotoluidine $O[\underset{(3)}{Az}.C^6H^3\underset{(4)}{(CH^3)}\underset{(1)}{AzH^2}]^2$. Elle cristallise de sa solution alcoolique en aiguilles brunes fusibles à 188°C.-189°C. L'éther, le chloroforme et la benzine la dissolvent moins bien. Elle possède, au point de vue chimique, les caractères généraux des azoxyamines. Elle est une base faible et une diamine.

» 3° *Action des hydrosulfites.* — Les composés qui résistent aux sulfites, même à chaud, sont aisément attaqués par les hydrosulfites de Schutzenberger; il est rarement nécessaire de chauffer. Chaque goutte du liquide réducteur, en tombant dans la dissolution de la matière colorante, y produit une zone incolore. Quand la décoloration est complète, on trouve l'azoxyamine en suspension dans le liquide; il est aisé de la recueillir et de la purifier.

» Nous avons préparé de la sorte la *méta-azoxyaniline* ([1]), fusible à 150° C., obtenue en 1887 par MM. Rosenstiehl et Noelting ([2]), décrite depuis par MM. Noelting et Fourneaux; la méta-azoxyorthotoluidine, fusible à 168°, décrite par Limpricht en 1885 et étudiée plus récemment par Graeff ([3]). Enfin la méta-azoxyparatoluidine, fusible à 148°, préparée en 1878 par Duckney ([4]). Le mode d'obtention que nous venons de décrire est plus pratique et donne de meilleurs rendements que celui qui consiste à attaquer les nitramines par les métaux en présence de lessives caustiques.

» 4° En envisageant l'action des divers agents réducteurs sur les deux points sensibles de la molécule, savoir $-Az=Az$ et AzO^2, on voit que les sulfites et les hydrosulfites attaquent exclusivement le premier, sans rien changer à l'état d'oxydation et de liaison de l'azote dans le deuxième; que les bisulfures attaquent nettement AzO^2 en le transformant en AzH^2; que la solution alcaline de glucose change à la fois l'état d'oxydation et le mode de liaison du groupe AzO^2 et attaque le groupe $-Az=Az$, en scindant la molécule azoïque.... »

([1]) *Deutsche chem. Ges.*, t. XXX, p. 2930.

([2]) *Brevet français* n° 184549, 30 juin 1887.

([3]) *Ann.*, t. CCXXIX, p. 334.

([4]) *Deutsche chem. Ges.*, t. XI, p. 1452.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons de l'alcool avec les chlorures de manganèse et de cobalt.* Note de M. F. **Bourion**. (Extrait.)

« Le chlorure de manganèse anhydre se dissout rapidement dans l'alcool absolu, quand on les chauffe ensemble au réfrigérant ascendant, en donnant une solution rose pâle.

» La solution, concentrée par distillation de l'alcool, portée ensuite dans le vide sulfurique, abandonne de gros cristaux roses, de composition

$$MnCl^2, 3C^2H^6O.$$

» Cette combinaison, chauffée dans un courant de gaz carbonique sec, au bain d'huile, à une température variant de 150° à 200°, perd complètement son alcool sans qu'il se dégage autre chose pendant l'opération, et l'on a un résidu de chlorure anhydre.

» A une température voisine du rouge, il y a réaction entre le chlore de $MnCl^2$ et l'alcool, avec formation de chlorure d'éthyle manifestée par l'odeur éthérée que possède le gaz à la sortie....

» Ce chlorure alcoolique se présente en masse cristalline rose, mais moins foncée que le chlorure anhydre et le chlorure hydraté. Il agit fortement sur la lumière polarisée; il s'effleurit rapidement dans le vide sec; quand on l'abandonne à l'air, il s'effleurit d'abord par suite du départ d'alcool, mais il ne tarde pas à tomber en déliquescence en absorbant l'humidité de l'atmosphère; aussi se dissout-il dans l'eau très rapidement.

A 18°, 100g d'alcool dissolvent 56g,7 de $MnCl^2$
A 18°, 100g d'alcool dissolvent 313g,4 de $MnCl^2 + 3C^2H^6O$

» La densité de cette substance, déterminée en utilisant sa propriété d'être inaltérable dans le toluène, a été trouvée, à 20°, $d_4^{20°} = 1,35$.

» La chaleur de formation à partir de $MnCl^2$ sol. et de $3C^2H^6O$ liq. a été établie par dissolution successive, au calorimètre, du chlorure anhydre et de ce composé.

» On a trouvé les nombres suivants, moyenne chacun de trois résultats concordants :

$MnCl^2$ anh. + Aq = $MnCl^2$ diss.	+ 16^Cal^,32
$MnCl^2, 3C^2H^6O$ + Aq = $MnCl^2$ diss. + $3C^2H^6O$ diss.	+ 13^Cal^,96



» D'après la formule de Dupré et Page, on a

$$3C^2H^6O + Aq = 3C^2H^6O \text{ diss} \ldots\ldots \quad 0^{Cal}$$

» On en déduit :

$$MnCl^2 \text{ sol.} + 3C^2H^6O \text{ liq.} = MnCl^2, 3C^2H^6O \text{ sol} \ldots\ldots \quad +2^{Cal},36$$

en admettant que l'alcool a été complètement déplacé par l'eau.

» 2° *Chlorure de cobalt.* — Le chlorure de cobalt anhydre $CoCl^2$ se dissout assez rapidement dans l'alcool (moins vite toutefois que $MnCl^2$) en donnant une solution d'un beau bleu, qui, amenée à concentration, forme une liqueur sirupeuse, restant facilement en sursaturation; en évitant celle-ci, par introduction au moment convenable de cristaux préparés dans une première opération, on obtient des aiguilles bleues, pouvant atteindre 1^{cm} de longueur, extrêmement déliquescentes et très difficiles à manier.

» Je n'ai pu les obtenir avec une composition constante qu'en les soumettant très rapidement à une forte compression, entre deux feuilles de papier filtre. Elles répondent ainsi à la composition

$$2CoCl^2, 5C^2H^6O.$$

» L'action de la chaleur (150° à 200°), dans un courant de gaz carbonique sec, a donné :

		Calculé.	
	Trouvé.	$2CoCl^2, 5C^2H^6O$.	$CoCl^2, 2C^2H^6O$.
Perte de poids pour 100 ...	46	46,94	41,4

» Quand on abandonne cette substance, dans le vide sulfurique, à la température ordinaire, l'alcool part très lentement, et, au bout de plusieurs mois, on a un résidu de chlorure de cobalt anhydre.

» A 13°, 100^g d'alcool dissolvent 56^g de chlorure anhydre.

» La densité des aiguilles comprimées, prise dans le toluène à 22°, est $d_4^{22} = 1,32$.

» La chaleur de combinaison de $CoCl^2$ solide avec $2,5C^2H^6O$ liq. est fournie par les nombres suivants, moyenne chacun de deux déterminations concordantes :

$$CoCl^2 \text{ anh.} + Aq = CoCl^2 \text{ diss} \ldots\ldots \quad +18^{Cal},334$$
$$CoCl^2, 2,5C^2H^6O + Aq = CoCl^2 \text{ diss.} + 2,5C^2H^6O \text{ diss} \ldots \quad +15^{Cal},305$$

» On en déduit :

$$CoCl^2 \text{ sol.} + 2,5C^2H^6O \text{ liq.} = CoCl^2, 2,5C^2H^6O \text{ sol} \ldots\ldots \quad +3^{Cal},03$$

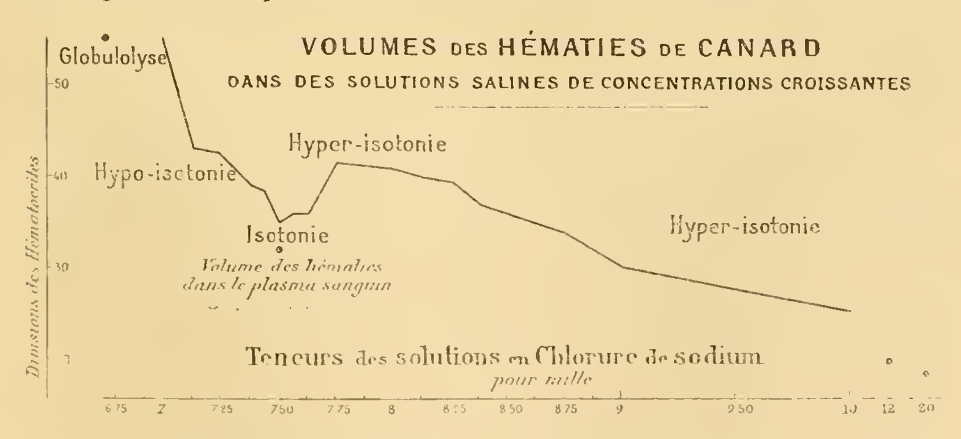
» Le chlorure de nickel anhydre maintenu pendant longtemps dans l'alcool à l'ébullition ne donne qu'une solution limite extrêmement étendue. Par concentration de cette solution, on obtient des cristaux verts, dans lesquels le rapport du chlore au nickel est plus petit que dans le chlorure anhydre.

» *En résumé*, j'ai : 1° obtenu deux nouvelles combinaisons du cobalt et du manganèse avec l'alcool ; 2° déterminé quelques propriétés physiques de ces corps ; 3° différencié le cobalt et le nickel par la solubilité de leurs chlorures anhydres dans l'alcool. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Faits en opposition à l'application, sans réserve, des lois de l'osmose aux globules rouges.* Note de MM. **H. Stassano** et **F. Billon**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les globules rouges, à l'égard de leurs propriétés osmotiques, peuvent être considérés comme étant constitués d'une paroi demi-perméable, renfermant un contenu liquide. Cette conception repose particulièrement sur le principe admis sans conteste, que *le volume globulaire varie en raison inverse de la concentration de la solution.*

» Les observations que nous résumons, dans le diagramme et dans les deux petits Tableaux suivants, montrent que ce principe n'exprime que l'allure générale du phénomène. Le volume des hématies, en effet, au lieu



de diminuer à partir de la solution isotonique, à mesure que croît la concentration, augmente tout d'abord et d'une façon très marquée dans le cas des hématies d'Oiseaux. Avec les hématies de Lapin, l'augmentation de

volume en question ne se produit qu'avec les toutes premières solutions hypertoniques.

Hématies de Pigeon. Teneur en chlorure de sodium des solutions. — Pour mille.	Hauteurs des colonnes d'hématies. — Divisions des hématocrites.	Hématies de Lapin. Teneur en chlorure de sodium des solutions. — Pour mille.	Hauteurs des colonnes d'hématies. — Divisions des hématocrites.
7^g^,25	54	7^g^,4375 (isotonique)	49
7,50 (isotonique)	47	7,50	52
7,75	54	7,625	49
8,00	56	7,75	46

» D'après Hamburger et Hédin, le volume des hématies reste le même dans une solution saline isotonique à leur sérum. Dans nos nombreuses déterminations, exécutées avec le plus grand soin, le volume total des hématies, sur $0^g,02$ de sang, dans la solution isotonique de sel la mieux établie, s'est montré toujours supérieur, de deux à trois divisions d'hématocrite, au volume des hématies demeurées dans leur plasma naturel.

» Le noyau des hématies des Batraciens et des Oiseaux, fixées sur les lames sans qu'elles aient subi, au préalable, le contact de l'eau salée, se teint en vert éclatant par le vert de méthyle, en solution aqueuse, et retient l'éosine, en solution hydro-alcoolique, même après la défibrination du sang [1]. Au contraire, le noyau des hématies qui ont subi l'action, si rapide que ce soit, de n'importe quelle solution saline, de la solution isotonique de chlorure de sodium comprise, se colore en bleu et ne retient pas l'éosine.

» Ces faits accusent, indiscutablement, un changement dans la nature de la réaction de la chromatine. Une modification analogue affecte aussi le protoplasme. Celui-ci, au lieu de garder sa coloration citrine naturelle, prend une teinte vineuse dans les hématies influencées par l'eau salée. Cette teinte est celle du vert de méthyle dans un milieu alcalin.

» Il s'agit, évidemment, d'un échange moléculaire, entre noyau et protoplasme.

» Ces changements moléculaires intérieurs, provoqués par les solutions salines, ont leur répercussion au dehors, malgré que le volume des héma-

(1) Stassano, *Comptes rendus*, 23 juillet 1900.

ties ne change pas sensiblement et qu'elles retiennent intégralement l'hémoglobine, dans les solutions isotoniques. L'observation suivante le prouve à l'évidence. Si on lave les hématies dans une solution isotonique de sucre pour les débarrasser complètement du sérum qui les mouille; qu'on sature la bouillie globulaire d'anhydride carbonique; qu'on la mette ensuite en suspension dans la solution isotonique de chlorure de sodium, cette solution devient alcaline et perd une certaine quantité de son chlore. Gürber, à qui l'on doit cette intéressante observation, a prouvé, par des dosages directs, que l'alcalinisation de la solution de sel n'est pas due à une sortie d'alcali hors des hématies, comme Zuntz l'avait cru. Koeppe ([1]) a expliqué le fait par des passages d'ions, en quantité équivalente, à travers le stroma des globules rouges. Le Travail que MM. Calugareanu et V. Henry ([2]) viennent de communiquer à l'Académie apporte à cette observation un procédé exact de mesure des électrolytes mis en liberté par les hématies en dehors de leur plasma naturel. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Du volume en Urologie.* Note de M. J. **Winter**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Quelle est, en Urologie, la signification du volume? De quels éléments immédiats dépend ce volume? On l'ignore absolument. Y a-t-il un volume *normal?* Les éléments de l'urine cheminent dans le sang, libres ou dissimulés; le rein les en extrait; mais cet épuisement a nécessairement une *limite.* Quelle est-elle?

» L'analyse ramène la question à des considérations assez simples.

» J'appelle volume S la totalité du vide vasculaire occupée par la partie dissoute du sang. S est donc une limite supérieure.

» Le sang s'épuisant dans le rein par portions successives, soit V la somme des volumes partiels d'urine, accumulés dans la vessie pendant une révolution sanguine totale; soit r la concentration de ce mélange. La totalité des matières enlevées au sang sera donc Vr.

» D'autre part, sous l'influence de cet épuisement, chaque unité de volume du plasma subit une certaine modification $(c_1 - c_0)$, indéterminée, de sa concentration. La modification totale, pour une révolution entière, sera donc $S(c_1 - c_0)$.

([1]) *Pflüger's Archiv. f. die g. Physiologie*, Bd LXVII, 1897.

([2]) *Comptes rendus*, 24 février 1902.

» Comme la perte du sérum doit être égale au gain urinaire, on aura

$$Vr = S(c_1 - c_0) \qquad \text{ou} \qquad V = \frac{S}{r}(c_1 - c_0).$$

» Cette relation fixe de suite le nombre et la nature des éléments dont le volume dépend immédiatement. Les quantités S, V, r, qui y figurent, sont complètement déterminées; ce sont, en effet, des entités physiologiques susceptibles d'êtres mesurées.

» Pour fixer le sens de $(c_1 - c_0)$ qui renferme la part du hasard, calculons la concentration c_2 du plasma *après* son épuisement; sa concentration initiale, celle avec laquelle il arrive au rein étant c_1; on trouve

$$c_2 = \frac{Sc_1 - Vr}{S - V};$$

c'est le rapport entre la matière dissoute et le volume du sérum qui subsistent après l'épuisement.

» Mise sous la forme $\frac{V}{S} = \frac{c_2 - c_1}{c_2 - r}$, cette expression montre que tant que V est plus petit que S, ce qui est indispensable, r reste inférieur à c_1 : ce qui signifie que la concentration de l'urine *ne peut jamais atteindre celle du sérum* circulant.

» L'expérience vérifie ce fait simple, que je ne trouve signalé nulle part. Il en résulte que l'action rénale, quel qu'en soit le mécanisme, opère une *sélection* parmi les éléments actuels du sérum. Cette sélection représente un certain travail. C'est de ce travail que je me propose de m'occuper aujourd'hui. Je montrerai, ultérieurement et peu à peu, les conséquences de cette étude ainsi présentée.

» A cet effet, et pour abréger les explications, je vais invoquer un postulat qui est déjà dans l'esprit de tout le monde, que les faits justifient et qui découle directement du principe de l'automatisme de la vie réglant la constance du régime constitutionnel de l'organisme.

» Le voici : *Le plasma arrive au rein avec son volume* S *et un excès de matières dissoutes; il quitte le rein avec son volume diminué et, sous une concentration augmentée, avec sa quantité normale,* Sc_0, *de matières dissoutes.*

» S'il en était autrement, le sérum subirait les plus étranges modifications.

» En appliquant cet énoncé à l'équation $c_2 = \frac{Sc_1 - Vr}{S - V}$, celle-ci se résout en deux autres, particulières à notre cas :

$$Sc_1 - Vr = Sc_0 = c_2(S - V).$$

» c_0 est, pour le sérum, ce *niveau* constitutionnel *constant* que le travail

des organes s'emploie incessamment à modifier et à rétablir. Il répond à l'abaissement limite ($-0^{\circ},55$) du point de congélation que j'ai signalé en 1895. S est une constante *actuelle* de l'individu; elle se modifie à travers la vie.

» La première de ces équations peut s'écrire : $S(c_1 - c_0) = Vr$. C'est alors celle que, plus haut, j'ai établie directement. Mais ici $(c_1 - c_0)$ se précise : c'est, par unité de volume de plasma, l'*excès* de matières dont le sang s'est chargé pendant la révolution sanguine qui finit. $S(c_1 - c_0)$ est donc l'*épave* d'un travail *déjà effectué*. C'est le travail *actuel* du rein qui doit l'éliminer. On confond invariablement ces deux travaux absolument distincts.

» La deuxième, $c_2(S - V) = Sc_0$, représente l'état final du sérum épuisé. Si l'épuisement s'arrête à la concentration c_2, c'est qu'à cette concentration la résistance qu'oppose le sérum à l'épuisement fait équilibre à l'aspiration rénale. Ce point est capital.

» De cette résistance je veux seulement dire ici qu'elle est due aux liaisons qui, dans l'enceinte de la dissolution sanguine, existent entre les éléments dissous et le dissolvant dont elles *gênent* la libre expansion en dehors des limites de cette enceinte.

» En diminuant le volume par voie de sélection, dont l'évaporation est le mode le plus connu et le plus simple, on exalte cette résistance parallèlement à la concentration effectuée, tant qu'il ne se produit aucun changement d'état dans le milieu. Dans ces limites l'épuisement serait totalement réversible par voie de *détente osmotique* ([1]) si l'urine cessait de cheminer dans le rein et d'y subir certaines modifications.

» D'après cela, en considérant : 1° que le travail de détente, s'il se produisait, serait égal au travail d'épuisement; 2° que, dans la limite des faibles épuisements, en jeu ici la force avec laquelle se ferait cette détente serait à tout instant *proportionnelle* à la concentration, on peut calculer le travail d'épuisement par le rein, au moyen de la concentration, à un facteur constant près.

» L'équation $Sc_0 = c_2(S - V)$, ci-dessus, spécifie, en effet, que le produit cS, dont l'état final est $(S - V)c_2$, est constant pendant l'épuisement.

» En posant $Sc_0 = k$ on a donc, à un moment donné : $c = \frac{k}{S}$ comme force proportionnelle unique.

([1]) Toute action osmotique est un effet de *détente* de la dissolution active. L'épuisement du sang, dans le rein, ne saurait être considéré comme un travail osmotique direct, car le sérum est *épuisé* et non *épuisant*, et l'urine entraînée ne saurait être à la fois le *produit* et la *cause* de cet épuisement.

» Le travail élémentaire de cette force, pendant un temps très court, est $-\frac{k}{S}dS$ (le signe — correspond à l'épuisement).

» En intégrant entre les limites S et (S — V) on trouve, pour le travail total, pendant *une* révolution sanguine, et à un facteur constant près, l'expression Sc_0 Log nat. $\frac{S}{S-V}$.

» Les applications que l'on peut faire de cette expression sont fort intéressantes dans la pratique. Je me propose d'en donner des exemples et d'indiquer une conséquence qui s'en dégage immédiatement. »

MÉDECINE. — *Emploi de l'arc électrique au fer, en Photothérapie.* Note de MM. André Broca et Alfred Chatin, présentée par M. d'Arsonval.

« Depuis quelques mois, des essais ont été faits pour appliquer à la Photothérapie l'arc électrique au fer (Bang, Strebel, Muller, Drossbach). L'un de nous, en collaboration avec M. Pellin, est arrivé à réaliser cet arc commodément, et avec une très grande puissance. Les arcs obtenus sont parfaitement stables à des régimes compris entre 12 et 35 ampères, sous un voltage variant de 32 à 45 volts, et peuvent se produire avec des régulateurs automatiques ou des régulateurs ordinaires.

» Le premier point remarquable est que le cratère positif est fort peu éclatant, fait déjà connu depuis longtemps, et que le foyer de radiation est constitué essentiellement par les vapeurs incandescentes. Quand on place la main à 10^{cm} de cette source, on n'éprouve pas de sensation de chaleur pénible, alors qu'il est impossible de la maintenir à cette distance d'un arc ordinaire de même puissance. Les effets actiniques sont, au contraire, extrêmement intenses. Le papier photographique au citrate d'argent pour le tirage des positifs est réduit au rouge très foncé en 5 secondes à 10^{cm} de l'arc.

» Nous avons pensé qu'il serait utile d'appliquer ces moyens puissants à la Photothérapie, instituée il y a quelques années par Finsen. La grande diminution de la chaleur rayonnée et l'augmentation de la puissance actinique nous ont, en effet, permis de simplifier beaucoup les appareils et d'obtenir des réactions cutanées très intenses. Nous n'attachons pas une trop grande importance à ces réactions visibles à brève échéance, car l'expérience quotidienne nous apprend qu'elles sont souvent trompeuses;

une forte phlyctène n'est pas toujours l'indice d'une réaction curative profonde. Qu'on emploie l'appareil original de Finsen ou celui de Lortet et Genoud, on ne peut être certain des effets qu'à longue échéance. Il en sera probablement de même avec notre appareil. Cependant, nous avons obtenu des résultats assez encourageants pour nous permettre de publier dès aujourd'hui notre méthode.

» Nous avons pu, grâce à l'obligeance de M. Gastou, traiter à l'hôpital Saint-Louis des malades atteints de lupus de Willan. L'arc a tout d'abord été produit dans l'appareil Lortet et Genoud, où il brûle à feu nu; le malade en est séparé par un écran métallique à double paroi, qui porte en son centre un compresseur de quartz, également à double paroi; le tout est réfrigéré par un courant d'eau. Cette première expérience nous a montré que l'eau ne chauffait pas sensiblement, et que l'arc au fer à feu nu était un véritable danger pour les assistants, même à grande distance. L'infirmier chargé du réglage de l'arc a eu une conjonctivite assez grave. et trois personnes ont eu des érythèmes avec desquamation persistant pendant huit jours.

» Nous avons alors produit l'arc au moyen d'un régulateur ordinaire enfermé dans un tube métallique de $0^{m},14$ de diamètre, percé d'un trou de $0^{m},03$, auprès duquel nous placions la région à traiter.

» L'absence de chaleur, ci-dessus mentionnée, nous a permis de supprimer complètement les réfrigérants, et de réaliser alors très aisément une bonne compression, forte et régulière. On sait toute l'importance que cela présente, car sans cela les hématies absorbent la radiation en la transformant en chaleur. De plus la suppression de l'eau augmente certainement l'effet actinique, car on ne peut employer d'eau distillée, ni d'eau filtrée.

» Nous avons pu employer une simple lentille de quartz portée dans une monture métallique convenable ajustée à la tête du patient. La compression étant ainsi bien faite, celui-ci peut, sans aucune gêne, et sans échauffement de ses tissus, rester à 7^{cm} ou 8^{cm} de l'arc. Il faut éviter que la lumière tombe sur la monture métallique du compresseur quand celle-ci est noircie, car alors elle s'échauffe rapidement et brûle le malade. Cette expérience est instructive; elle nous montre que l'énergie rayonnée est grande, puisqu'elle échauffe fortement les corps susceptibles de la transformer en chaleur. Nous devons donc nous attendre à des actions chimiques très intenses sur la peau, puisque celle-ci ne chauffe pas et absorbe cependant les radiations.

» Les neuf lupus de Willan que nous avons traités ont subi des expositions de 15 minutes, 20 minutes ou 25 minutes à 7^{cm} ou 8^{cm} d'un arc de 15 à 20 ampères. Les poses ont varié suivant l'intensité objective des lésions. Les réactions ont toujours été très intenses, avec soulèvement de l'épiderme et phlyctène se produisant de 12 heures à 48 heures après la séance. La phlyctène étant desséchée, on trouve, en enlevant la couche cornée, le derme à nu, les régions saines périnodulaires à peine touchées et les nodules lupiques profondément attaqués, puisqu'ils sont remplacés par de petites excavations de plus de 1^{mm}. Nous observons ainsi l'action élective de la lumière sur les tissus malades déjà indiquée par Finsen. Dans deux de nos cas, de *lupus non*

exedens, mais à tendance hypertrophique, une seule séance a produit la même excavation que sur les nodules non hypertrophiques.

» En somme, nous avons pu supprimer complètement les réfrigérants même à 8cm d'un arc de 20 ampères, nous avons réalisé simplement une excellente compression, et ces conditions, jointes à la grande intensité actinique de notre arc, nous ont permis d'obtenir ces résultats qui nous font bien augurer de l'avenir. »

BOTANIQUE. — *Le* Pachypodium Rutenbergianum, *textile de Madagascar*. Note de M. **Henri Jumelle**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les échantillons de la plante citée dans le titre de cette Note nous ont été envoyés de Madagascar sous le nom de *Bontaka*, par M. Perrier de la Bathie. L'envoi attira d'autant plus rapidement notre attention que nous connaissions depuis longtemps, mais sans savoir quelle était la plante productrice, la filasse de *Bontaka*.

» Les spécimens que nous avons reçus nous ont permis immédiatement de reconnaître que les *Bontaka* sont des Apocynées appartenant au genre *Pachypodium;* mais, cet envoi présentait un autre intérêt : il nous permettait de donner les caractères botaniques d'une espèce qui a été jusqu'alors très incomplètement décrite.

» Les *Pachypodium* de Madagascar actuellement connus sont : le *P. Rutenbergianum* Vatke, le *P. brevicaule* Bak., le *P. cactipes* K. Sch., le *P. densiflorum* Bak.

» Mais Vatke, qui a signalé la première de ces quatre espèces, n'en a connu que les fleurs; la description qu'il en donne est très incomplète; et elle l'est tellement que nous n'aurions pas osé affirmer l'identité de nos échantillons avec l'espèce de Vatke sans un contrôle plus direct. Nous avons donc prié M. K. Schumann de vérifier si les fleurs de l'herbier du Muséum de Berlin étaient semblables aux nôtres. M. Schumann nous a répondu : « Elles conviennent, en effet, point par point. »

» Voici donc la description de cette plante, dont les Sakalaves utilisent les filaments fibreux dans le Bouéni et le Ménabé.

» C'est, nous dit M. Perrier de la Bathie, un arbre cactiforme de 3m à 4m de hauteur, et dont le tronc, épaissi à la base, diminue rapidement de grosseur vers son sommet, où il porte quelques rameaux étalés.

» Son diamètre, près du sol, est de 30^{cm} à 50^{cm}, et, à la naissance des rameaux, de 20^{cm} à 35^{cm}. Il est couvert d'aiguillons droits coniques.

» Les rameaux, dont les fleurs et les feuilles sont localisées aux extrémités, qui sont obtuses et épaisses, portent des aiguillons plus robustes et plus nombreux que ceux du tronc. Les feuilles n'apparaissent qu'après la floraison.

» Les feuilles, disposées en spirale comme chez toutes les espèces du genre, sont glabres, ovales, allongées, aiguës aux deux extrémités, assez longuement pétiolées. Le limbe a ordinairement 17^{cm} à 20^{cm} de longueur, sur $3^{cm},5$ à $4^{cm},5$ de largeur; le pétiole a 3^{cm} à 4^{cm} de longueur et est muni, à sa base, de deux petits aiguillons, de nature probablement stipulaire.

» La nervure principale du limbe est fortement proéminente sur la face inférieure; et il en part, presque à angle droit, une trentaine de paires de nervures secondaires, très rapprochées, bien nettes, avec lesquelles alternent, en outre, souvent d'autres nervures secondaires plus fines.

» Avant que ces feuilles apparaissent, les fleurs, aux extrémités des rameaux, paraissent en ombelles terminales. En réalité, elles sont solitaires aux aisselles des feuilles, chacune sur un pédicelle court (1^{cm} environ).

» Les lobes du calice sont triangulaires, aigus, de 4^{mm} environ de longueur, sur $1^{mm},5$ à $2^{mm},5$ de largeur.

» La corolle, lorsqu'elle est encore en bouton, est tubulaire dans sa partie inférieure, avec un rétrécissement au-dessus du calice; et cette partie tubulaire est surmontée d'une partie sphérique, dont le sommet se prolonge en une longue pointe conique, où l'enroulement des lobes forme une spirale s'élevant de droite à gauche.

» Après l'épanouissement, le tube, qui est verdâtre extérieurement et jaunâtre intérieurement, a 3^{cm} environ de longueur (1^{cm} dans la partie rétrécie et 2^{cm} dans la partie plus large); les lobes, blancs, contournés vers la droite, ont 4^{cm} à peu près de longueur sur $1^{cm},5$ de largeur.

» Les étamines sont incisées, par des filets courts, larges et très velus, au niveau de l'élargissement du tube corollaire. Les anthères, sagittées, aiguës, ont 13^{mm} de longueur.

» Les fruits sont de doubles follicules parallèles, à péricarpe ferme, très noir. Ils sont un peu aplatis, aigus au sommet, et ont de 20^{cm} à 25^{cm} de longueur sur $1^{cm},5$ de largeur.

» A l'intérieur sont d'innombrables graines ovales, arrondies à la base et rétrécies au sommet, qui est muni d'une aigrette. Cette aigrette est longue de 4^{cm}; la graine a 12^{mm} de longueur sur 6^{mm} de largeur vers l'extrémité inférieure. »

GÉOLOGIE. — *Sur quelques roches filoniennes qui traversent la dunite massive du Koswinsky (Oural du Nord).* Note de M. L. **Duparc**, présentée par M. Fouqué.

« J'ai précédemment signalé au Koswinsky-Kamen [1] la présence de dunites massives formant exclusivement une arête rocheuse importante

---

[1] L. Duparc et F. Pearce, *Comptes rendus,* 16 septembre 1901.

qui flanque cette montagne vers l'Ouest. L'an dernier, j'ai retrouvé les mêmes roches dans l'éperon qui termine le Koswinsky vers le Nord-Est. La dunite forme ici un véritable batholithe intrusif dans la koswite qui en circonscrit de toutes parts les affleurements. Cette dunite est pétrographiquement identique à celle que nous avons décrite antérieurement, mais elle est ici accompagnée de roches fort curieuses, nouvelles dans cette formation.

» En effet, à la surface du sol, sur la dunite en place morcelée par l'érosion atmosphérique, on trouve de petits cailloux quadrangulaires d'une roche aplitique blanche, et d'autres noirâtres d'aspect fort différent, mais qui paraissent les uns comme les autres semés en traînées par une main intelligente. L'absence de phénomènes glaciaires dans la région écarte d'emblée toute idée d'une origine exotique, et un examen plus approfondi m'a permis de me convaincre que ces divers petits cailloux sont des débris de filonnets de roches variées, qui traversent la dunite, et sont décortiqués et morcelés par suite de la désagrégation de celle-ci.

» J'ai observé parmi ces roches filoniennes les types pétrographiques suivants :

» I. Une *granulite filonienne à plagioclases* (plagiaplite). C'est une roche grenue, saccharoïde, holocristalline, formée par l'association d'un mica noir rare avec des plagioclases et du quartz abondants. La biotite est uniaxe négative, avec un polychroïsme intense dans les tons bruns; elle renferme un peu de zircon. Les plagioclases sont excessivement abondants et toujours zonés, avec décroissance continue de l'acidité de la périphérie vers le centre. La bordure est fréquemment de l'oligoclase-albite, le centre du labrador Ab_1An_1 ou de l'andésine. Le quartz abonde; la structure est panidiomorphe grenue. Au point de vue chimique, cette roche est caractérisée à la fois par son acidité (73 pour 100 de silice) et sa teneur en chaux (4 pour 100 de chaux).

» II. Une *albitite*. J'appelle ainsi une roche holocristalline, d'un gris assez foncé, qui, sous le microscope, présente une structure panidiomorphe grenue, et qui est formée presque exclusivement d'albite, jointe à un peu de sphène, et à un minéral ferromagnésien très rare, complètement décomposé et remplacé par quelques plages de chlorite vert pâle. Le quartz fait ici absolument défaut; les feldspaths oscillent entre Ab et Ab_4An_1; le sphène, assez abondant, présente la forme dite *en fuseau;* il est libre ou inclus dans les feldspaths. La roche est très dynamo-métamorphique. La composition chimique correspond presque à celle de l'albite.

» III. Une *diorite anorthique*. C'est une roche holocristalline, mélanocrate, à grain moyen, composée principalement d'une hornblende très polychroïque en cristaux courts et trapus formant par leur enchevêtrement un réseau serré, qui emprisonne çà et là une petite plage feldspathique.

» L'amphibole s'éteint à 22° sur $g^1 = (010)$, la bissectrice $= n_p$, l'angle $2V$ dépasse 70°, $n_g - n_p = 0{,}023$, $n_g =$ vert très foncé, $n_p =$ jaune verdâtre pâle. Elle renferme

en inclusions des grains quasi octaédriques de magnétite, puis des apatites assez grosses et terminées. Le feldspath est toujours altéré, de nombreuses déterminations ont montré exclusivement l'anorthite. La basicité de cette roche est très grande (40 pour 100 de SiO^2).

» IV. Une *wehrlite*. On trouve *in situ* des filonnets de cette roche dans la dunite. Elle est holocristalline, de couleur très foncée, formée exclusivement par du pyroxène, de la hornblende, de l'olivine, de la magnétite, puis des spinelles chromifères. Le pyroxène est incolore et, par ses propriétés optiques, se rattache au groupe du diopside. La hornblende est, en général, peu colorée, faiblement polychroïque; elle renferme, comme le pyroxène, des inclusions de magnétite. L'olivine est plutôt rare et de première consolidation: elle est craquelée et fréquemment transformée en minéral rouge secondaire. Les spinelles chromifères, d'un vert brunâtre, sont disséminés dans les minéraux précités. La présence simultanée dans la dunite massive de roches filoniennes feldspathiques hyperacides et de roches mélanocrates ultrabasiques est un fait digne de remarque; j'ai récemment observé un phénomène analogue sur le Koswinsky même où j'ai en deux endroits trouvé des roches filoniennes feldspathiques traversant la koswite. »

M. **Guédras** adresse une Note « Sur la toxicité du sulfate de plomb ».

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 mars 1902.

Travaux du Congrès international de Physique, réuni à Paris en 1900, rassemblés et publiés par Ch.-Ed. Guillaume et L. Poincaré, Secrétaires généraux du Congrès; t. IV: *Procès-verbaux, Annexes. Liste des Membres*. Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 vol. in-8°.

Contribution à l'étude des alliages, par MM. H.-W. Bakhuis Roozeboom, Ad. Carnot, G. Charpy, H. Le Chatelier, H. Gautier, Ed. Goutal, Guillaume, F. Osmond, Roberts Austen, Mme Sklodowska Curie, sous la direction et le contrôle de la Commission des Alliages, 1896-1900. Paris, typ. Chamerot et Renouard, 1901; 1 vol. in-4. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Influence des basses pressions barométriques sur la fréquence des aurores polaires, par M. Henri Stassano. (Extr. des *Annales de Géographie,* t. XI, 1902.) Paris, Armand Colin; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Mascart, hommage de l'auteur.)

La Chimie alimentaire dans l'œuvre de Parmentier, par A. Balland. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Fantaisie arithmétique, par Prosper de Lafitte. Agen, Imprimerie moderne, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Études d'Anatomie humaine, d'Anatomie comparée et d'Anthropologie, par le Dr A.-F. Ledouble. Tours, 1901; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Nouvelle théorie météorologique et cosmographique. Résumé; par Monméja. Villeneuve-sur-Lot, imp. Calixte Leygues, s. d.; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Les ennemis du blé, essai d'Entomologie pratique, par G. Fabius de Champville, Paris, F. de Launay, 1901; 1 vol. in-8°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1884, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. *Publication in extenso,* janvier 1900. Paris, Imprimerie Nationale, 1901; 1 vol. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées, 8e série, 71e année, 1901, 3e trimestre, 1re et 2e Parties. Paris, E. Bernard et Cie; 1 vol. et 1 fasc. in-8°.

Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille; t. VI : *Section de Zoologie,* dirigée par le prof. A. Vayssière, 1900-1901. Marseille, 1901; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon; t. XX, janvier-décembre 1901. Lyon, H. Georg; Paris, Masson et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 24 février 1902.)

Note de M. *Edmond Perrier,* Sur l'origine des formations stoloniales chez les Vers annelés :

Page 455, ligne 2 en remontant, *au lieu de* il fait remarquer, *lire* M. le Dr Viguier fait remarquer.

Même page, dernière ligne, *au lieu de Tripanonyllis, lire Tripanosyllis.*

Même page, ligne 17 en remontant, *au lieu de* Naïodomorphes, *lire* Naïdomorphes.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 MARS 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en ouvrant la séance, s'exprime comme il suit :

« Nous avons assisté hier, au Muséum, à la plus touchante des cérémonies.

» A l'occasion du cinquantenaire du professorat de M. Gaudry, le directeur du Muséum, les élèves, les admirateurs de la science de notre confrère et ses nombreux amis étaient venus lui apporter le témoignage de leur estime, de leur respect et de leur affection.

» La plupart des Sociétés savantes de France et de l'Europe avaient envoyé des adresses à M. Gaudry; plusieurs d'entre elles ont été lues par des savants étrangers.

» M. Liard, en remettant à M. Gaudry une belle médaille qui reproduisait ses traits, l'a félicité au nom du Ministre de ces témoignages unanimes qui prouvaient le rang éminent occupé par lui parmi les paléontologistes et faisant ainsi le plus grand honneur à la France et j'ajoute à notre Académie. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXXXII des *Comptes rendus* (1er semestre 1901) est en distribution au Secrétariat.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés d'un nouvel hydrure de silicium.* Note de MM. **H. Moissan** et **S. Smiles.**

« Les combinaisons de l'hydrogène et du silicium sont peu nombreuses; deux seulement sont connues : l'une, gazeuse, découverte par Buff et

Wöhler [1] en 1857 et répondant à la formule SiH^4; l'autre, solide, préparée par M. Ogier [2] sous forme d'un enduit jaune par l'action de l'effluve sur l'hydrogène silicié et ayant pour formule $(Si^2H^3)^{(n)}$.

» L'hydrure de silicium gazeux SiH^4 ou hydrogène silicié a été obtenu par Buff et Wöhler en décomposant l'eau par un courant électrique au moyen d'une électrode d'aluminium riche en silicium, puis il a été préparé par Wöhler en faisant réagir l'acide chlorhydrique étendu sur un siliciure impur de magnésium.

» On sait que Friedel et Ladenburg [3], dans leurs belles recherches sur la chimie organique du silicium, ont obtenu cet hydrogène silicié à l'état de pureté par l'action curieuse du sodium sur l'éther siliciformique tribasique.

» Nous avons repris cette étude en essayant d'appliquer à l'hydrogène silicié produit par la méthode de Wöhler le procédé de fractionnement que l'un de nous a déjà utilisé, en collaboration avec M. Lebeau, pour la préparation et la séparation de nouveaux composés gazeux tels que les fluorures de soufre [4].

» *Préparation du siliciure de magnésium.* — Pour préparer ce composé, on emploie du magnésium piloné en poudre fine, tel que l'industrie le livre à la photographie. Cette poussière métallique est d'abord lavée à l'éther pour dissoudre les matières grasses qu'elle contient, puis soumise à l'action d'un électro-aimant puissant pour enlever les parcelles de fer qu'elle renferme. Le métal, séché lentement dans l'hydrogène, est mélangé avec soin à du silicium cristallisé en poudre très fine, silicium préparé par le procédé de M. Vigouroux [5]. On emploie $14^g,2$ de silicium et $24^g,3$ de magnésium, mélange qui répond à la formule $SiMg^2$. Après calcination pendant 1 heure 30 minutes, au rouge, dans un tube de porcelaine tra-

---

(1) Buff et Wöhler, *De quelques nouvelles combinaisons du silicium* (*Poggendorff's Annalen*, t. CII, et *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LII, 1858, p. 257).

(2) Ogier, *Recherches thermiques sur les combinaisons de l'hydrogène avec le phosphore, l'arsenic et le silicium* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XX, 1880, p. 5).

(3) Friedel et Ladenburg, *Sur le silicichloroforme et sur quelques composés qui en dérivent* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIII, 1871, p. 430).

(4) H. Moissan et P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 865.

(5) Vigouroux, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, p. 153.

versé par un courant d'hydrogène pur et sec, on obtient une masse friable de couleur bleutée. Il est facile d'en séparer, par décantation dans l'eau et lavage avec une solution étendue de chlorhydrate d'ammoniaque, des portions qui paraissent cristallines et qui nous ont donné à l'analyse les chiffres suivants : Si, 36,99; Mg, 62,92.

» Ces chiffres sont très voisins de la formule $SiMg^2$, qui exigerait Si, 36,84 et Mg, 63,15. Mais, en réalité, on retrouve dans cette matière bleue les proportions de silicium et de magnésium que l'on a employées, sans qu'il y ait eu formation d'un composé défini. Il suffit, en effet, de traiter ce composé bleu par quelques acides étendus pour reconnaître qu'il contient un ou plusieurs siliciures en présence d'un excès de métal.

» Quoi qu'il en soit, ce siliciure de magnésium impur, de couleur bleue, traité par l'acide chlorhydrique étendu, fournit un gaz spontanément inflammable à l'air, c'est-à-dire renfermant de l'hydrogène silicié ordinaire SiH^4.

» Nous savons, par les expériences de Buff et Wöhler et celles de Friedel et Ladenburg, que l'hydrogène silicié gazeux de formule SiH^4, traité par une solution de potasse ou de soude, fournit quatre fois son volume d'hydrogène, en même temps qu'il produit un silicate alcalin

$$SiH^4 + 2\,NaOH + H^2O = Na^2\,SiO^3 + 4\,H^2.$$

» En appliquant cette réaction à l'hydrogène silicié, préparé par la décomposition de notre siliciure de magnésium par l'acide chlorhydrique étendu, on reconnaît facilement que le gaz produit est de l'hydrogène ne renfermant que 4 à 5 pour 100 d'hydrogène silicié : SiH^4 (1).

» Malgré ce faible rendement, il était possible d'appliquer à ce mélange gazeux le procédé de fractionnement employé pour les fluorures de soufre.

» *Préparation de l'hydrogène silicié.* — Dans un flacon de 500^{cm^3} refroidi extérieurement nous plaçons 5^g de siliciure de magnésium, en présence de 200^{cm^3} d'eau. L'acide chlorhydrique sera versé petit à petit par un tube abducteur vertical. Le gaz recueilli traversera un petit barboteur contenant quelques centimètres cubes d'eau, puis sera lentement séché au

(1) Après décomposition par la soude, nous avons vérifié par une analyse eudiométrique la pureté de l'hydrogène.

moyen d'un long tube rempli d'acide métaphosphorique [1]. Enfin, il sera conduit dans un petit tube en U qui servira de condensateur et qui sera maintenu à une très basse température, au moyen d'oxygène ou d'air liquide. Ce tube en U est terminé à sa partie inférieure par une petite ampoule dans laquelle peuvent couler les liquides qui seront condensés. Enfin, au moyen d'un robinet à trois voies, et d'un petit gazomètre à mercure, il est facile de recueillir les gaz qui passent dans l'appareil ou de les laisser se dégager soit sur l'eau, soit sur le mercure.

» Nous ajouterons que, dès le début de l'expérience, tout l'appareil est traversé par un courant d'hydrogène pur et sec, afin de balayer avec soin l'oxygène qu'il peut contenir.

» Dans ces conditions, l'attaque du siliciure de magnésium doit être faite assez lentement, et l'on met environ 2 heures pour dissoudre 5^{g} de ce composé.

» Si l'on réalise cette expérience en entourant le petit tube en U d'un mélange réfrigérant d'acétone et d'acide carbonique solide à la température de — 80°, on ne recueille qu'une trace de corps liquide.

» L'hydrogène silicié qui se dégage prend feu constamment au contact de l'atmosphère, possédant une flamme très blanche qui produit d'abondantes fumées de silice.

» Si nous refroidissons maintenant le tube en U à une température comprise entre — 180° et — 200°, au moyen d'air liquide, le résultat est différent. On voit se condenser un corps solide blanc et le gaz qui se dégage perd, pendant la plus grande partie de l'expérience, la propriété de s'enflammer au contact de l'air. Ce gaz renferme encore cependant une petite quantité d'hydrogène silicié. $4^{cm^3},44$, traités par une solution concentrée de potasse, nous ont fourni un volume de $4^{cm^3},70$, c'est-à-dire en contiennent une proportion de 1,9 pour 100.

» Le résidu de la réaction par l'alcali était de l'hydrogène pur, ainsi que l'analyse eudiométrique l'a démontré.

» Lorsque la décomposition du siliciure de magnésium est terminée, on isole, au moyen d'un robinet, l'appareil producteur de gaz, et l'on procède au fractionnement de l'hydrogène silicié, qui s'est condensé à l'état solide dans le tube en U. Dès que la température s'élève, ce solide se transforme

---

[1] Nous avons vérifié, dans des expériences préalables, que l'acide métaphosphorique n'avait pas d'action sur l'hydrogène silicié gazeux.

en un liquide incolore qui entre bientôt en ébullition et qui fournit du gaz hydrogène silicié que l'on recueille dans le petit gazomètre à mercure. Enfin, lorsque le tube en U a repris la température du laboratoire, il renferme encore un liquide que nous allons étudier tout d'abord. Cette expérience répétée une douzaine de fois avec des siliciures de magnésium provenant de différentes opérations a toujours donné les mêmes résultats.

» *Hydrure de silicium liquide.* — Nous avons obtenu ainsi un liquide mobile et incolore dont le point d'ébullition est voisin de $+52^\circ$ et qui, refroidi dans l'air liquide, cristallise en se solidifiant. Ces cristaux fondent à -138°. La propriété la plus remarquable de ce nouveau composé est de prendre feu spontanément en présence de l'air à la température ordinaire du laboratoire.

» Il brûle avec une flamme blanche très éclairante, en fournissant un dépôt de silicium amorphe et de silice. Cette incandescence se produit avec explosion.

» Sa densité est plus élevée que l'unité, car, mis au contact de l'eau distillée, il tombe au fond du vase en se dissolvant légèrement.

» Il prend feu aussi spontanément dans le gaz chlore; à la température ordinaire, la réaction est violente.

» Sa vapeur, chauffée vers $+250^\circ$, se décompose en ses éléments silicium et hydrogène.

» Ce liquide est attaqué vivement, mais sans incandescence, par une solution aqueuse de potasse avec formation de silicate de potassium et dégagement d'hydrogène. Il réduit les solutions de bichlorure de mercure, de chlorure d'or et d'azotate d'argent.

» Enfin, il nous a fourni une autre réaction intéressante. Si l'on vaporise une petite quantité de ce liquide dans une atmosphère d'hydrogène, ce dernier gaz prend la propriété d'être spontanément inflammable au contact de l'air. Friedel et Ladenburg ont démontré que l'hydrogène silicié pur SiH^4 n'est pas spontanément inflammable à la température ordinaire sous une pression voisine de 760^{mm}. Ce nouvel hydrure de silicium agit donc comme l'hydrogène phosphoré liquide vis-à-vis du phosphure d'hydrogène gazeux PH^3, auquel il communique la propriété de s'enflammer en présence de l'air.

» *Analyse.* — L'analyse de ce composé est très délicate et sa facile inflammabilité en rend le maniement difficile. Nous ajouterons que les tubes de verre dans lesquels nous enfermons une petite quantité de siliciure

d'hydrogène liquide se soudent avec beaucoup de difficulté, à cause du dépôt de silicium qui se fait rapidement sur le verre chauffé.

» Nous avons pu cependant en enfermer dans des ampoules et, en brisant cette ampoule dans une éprouvette remplie de mercure, il nous a été possible de décomposer ce liquide par une solution alcaline, de mesurer l'hydrogène dégagé et de doser ensuite la silice du silicate alcalin formé.

» Nous indiquerons trois expériences dans lesquelles les rapports de l'hydrogène dégagé au silicium du siliciure ont été de 3,99, de 4,14, de 4,03, chiffres dont la moyenne est 4,05. Le rapport théorique de l'hydrogène au silicium serait de 4,06 pour le siliciure d'hydrogène de formule Si^2H^6, d'après l'égalité suivante :

$$Si^2H^6 + 4NaOH + 2H^2O = 2(Na^2SiO^3) + 7H^2.$$

	1.	2.	3.
Silicium.............	0,0363	0,0409	0,0477
Hydrogène en volume ..	$101^{cm^3},7$	$110^{cm^3},5$	$131^{cm^3},9$
» en poids....	0,00909	0,00986	0,0118

» Si nous produisons cette décomposition avec un poids déterminé de siliciure d'hydrogène, le volume d'hydrogène mis en liberté répond à peu de chose près à l'égalité précédente.

» Enfin, pour vérifier ces chiffres, nous avons décomposé par la chaleur un poids déterminé de ce siliciure, dans une cloche courbe de verre sur le mercure. Nous avons trouvé ainsi les chiffres suivants qui correspondent bien à la formule Si^2H^6 :

		Théorie pour Si^2H^6.
Silicium..........................	91,00	90,45
Hydrogène.........................	9,30	9,55

» En résumé, en solidifiant, grâce à l'air liquéfié, tous les produits condensables fournis par l'attaque du siliciure de magnésium au moyen de l'acide chlorhydrique étendu, nous avons obtenu un mélange qui, par fractionnement, nous a donné un gaz que nous étudierons plus tard et un corps liquide spontanément inflammable à l'air. Ce composé liquide contient en poids pour une molécule de silicium une molécule et demie d'hydrogène.

» Nous lui avons attribué la formule Si^2H^6, par analogie avec le gaz éthane, et nous espérons pouvoir vérifier cette prévision en établissant la densité de vapeur de ce nouveau composé.

» En terminant cette Note, nous tenons à remercier M. d'Arsonval, qui, avec la plus grande bienveillance, a mis à notre disposition la grande quantité d'air liquide nécessaire à ces recherches. »

AGRONOMIE. — *Les conditions de la végétation des vignobles à hauts rendements.* Note de M. **A. Müntz**.

« J'ai montré précédemment (¹) dans quelle mesure les vignobles pouvaient être poussés à l'augmentation des récoltes. Mais les productions élevées de vendange ne peuvent être obtenues que dans des sols riches, l'élaboration de grandes quantités de matériaux carbonés nécessitant l'intervention des principes fertilisants en plus grande abondance, que ceux-ci soient empruntés au sol ou donnés par la fumure.

» Il y a lieu de rechercher quel rapport peut exister entre les proportions de matériaux accumulés dans le raisin et d'éléments fertilisants mis en jeu par la vigne.

» J'envisagerai, d'un côté, la production de la matière sucrée, qui est le principe le plus abondant et aussi le plus important du raisin, puisque c'est elle qui produit l'alcool; de l'autre côté, l'absorption correspondante des matières nutritives essentielles : azote, acide phosphorique, potasse, par l'ensemble des organes de la vigne, au cours de sa végétation et de sa fructification.

» J'ai ainsi obtenu les résultats suivants, rapportés à un hectare :

I. — *Alicante-Bouchez*, 1901.

	Taille	
	modérée.	longue.
Densité du moût	$12°,7^{Bé}$	$8°,0^{Bé}$
Vin produit	$93^{hl},5$	$317^{hl},5$
Glucose dans le raisin	2150^{kg}	5148^{kg}
Azote absorbé par la vigne	28,210	54,388
Acide phosphorique absorbé par la vigne	8,460	16,180
Potasse absorbée par la vigne	47,320	88,600

soit, pour produire 1^{hl} d'alcool :

Azote	$2^{kg},153$	$1^{kg},732$
Acide phosphorique	0,646	0,515
Potasse	3,612	2,821

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 392.

II. — *Aramon*, 1901.

	Taille	
	modérée.	longue.
Densité du moût	12°, 1 Bé	9°, 0 Bé
Vin produit	116hl, 2	354hl, 9
Glucose dans le raisin	2626kg	6530kg
Azote absorbé par la vigne	53,256	101,280
Acide phosphorique absorbé par la vigne	13,368	23,364
Potasse absorbée par la vigne	56,080	82,901

soit, pour produire 1hl d'alcool :

Azote	3,328 kg	2,541 kg
Acide phosphorique	0,835	0,586
Potasse	3,505	2,080

III. — *Carignan*, 1901.

Densité du moût	10°, 1 Bé	9°, 1 Bé
Vin produit	89hl, 2	283hl, 4
Glucose dans le raisin	1912kg	5328kg
Azote absorbé par la vigne	53,240	80,524
Acide phosphorique absorbé par la vigne	13,412	18,100
Potasse absorbée par la vigne	37,600	74,040

soit, pour produire 1hl d'alcool :

Azote	4,562 kg	2,475 kg
Acide phosphorique	1,149	0,556
Potasse	3,221	2,276

IV. — *Carignan*, 1899.

Densité du moût	12°, 3 Bé	10°, 5 Bé
Vin produit	93hl, 5	217hl, 5
Glucose dans le raisin	2320kg	4507kg
Azote absorbé par la vigne	46,315	60,836
Acide phosphorique absorbé par la vigne	11,406	16,809
Potasse absorbée par la vigne	34,365	57,308

soit, pour produire 1hl d'alcool :

Azote	3,271 kg	2,211 kg
Acide phosphorique	0,805	0,611
Potasse	2,427	2,082

V. — *Grenache*, 1899.

	Taille modérée.	Taille longue.
Densité du moût	12°, 3 Bé	10°, 3 Bé
Vin produit	67hl, 2	139hl, 4
Glucose dans le raisin	1685kg	2805kg
Azote absorbé par la vigne	54,560	61,110
Acide phosphorique absorbé par la vigne	11,210	16,140
Potasse absorbée par la vigne	49,026	61,750

soit, pour produire 1hl d'alcool :

	kg	kg
Azote	5,298	3,552
Acide phosphorique	1,088	0,938
Potasse	4,759	3,590

» On voit que les vignes à hauts rendements ont besoin de plus fortes quantités d'éléments fertilisants, mais que ces dernières ne croissent pas proportionnellement aux quantités de matériaux sucrés élaborés, et, par suite, d'alcool; en d'autres termes, que la production d'un hectolitre d'alcool nécessite l'intervention de moindres quantités d'éléments fertilisants quand les vignes sont poussées à une haute production.

» Ce fait a besoin d'une explication : dans les vignes à taille longue, le poids du raisin et des matériaux qu'il contient augmente considérablement; mais, quoique le développement végétal soit en général plus grand, les autres organes n'augmentent pas dans la même proportion. Si le poids du raisin arrive à tripler, il n'en est pas de même de celui des feuilles et des sarments. J'ai montré antérieurement (1) que ce sont les feuilles qui concentrent les plus fortes quantités de principes fertilisants; c'est donc leur quantité, bien plus que celle du raisin, qui règle les exigences de la vigne; il n'y a donc pas un rapport étroit entre la vendange produite et les aliments consommés.

» C'est la feuille qui a élaboré les matériaux qu'on retrouve dans le raisin ; si nous considérons plus particulièrement le sucre, nous devons chercher une proportionnalité entre le développement du système foliacé, ou, si l'on veut, entre la surface que les feuilles présentent à l'atmosphère et aux radiations solaires, et les quantités de sucre qui viennent s'accumuler dans le raisin. On peut être étonné de constater que cette proportionna-

(1) *Les Vignes*, Berger-Levrault, 1895.

lité n'existe pas et que, même dans le cas où le rendement en sucre a doublé et presque triplé, le poids, ou, ce qui revient sensiblement au même, la surface des feuilles n'a pas nécessairement augmenté d'une manière notable. Si, le plus souvent, la taille longue, avec ses bourgeons nombreux, a donné naissance à plus de feuilles, on voit fréquemment celles-ci ne pas présenter une surface sensiblement supérieure à celle des vignes à taille modérée. En voici quelques exemples :

		Surface des feuilles par hectare.	Glucose du raisin par hectare.	Glucose par mètre carré de feuilles.
		m²	kg	kg
I. Alicante Bouchez..	Taille modérée.	18762	2150	0,115
	— longue...	28143	5148	0,183
II. Aramon..........	Taille modérée.	29302	2626	0,090
	— longue...	52713	6530	0,124
III. Carignan.........	Taille modérée.	34397	1912	0,056
	— longue...	38865	5328	0,137
IV. Carignan.........	Taille modérée.	25463	2320	0,091
	— longue...	22560	4507	0,199
V. Grenache.........	Taille modérée.	34397	1685	0,049
	— longue...	37078	2805	0,076

» A une même surface de feuilles correspondent donc, dans des conditions extérieures identiques, des quantités de sucre utile beaucoup plus élevées avec la taille longue. Doit-on penser que, dans ce cas, les feuilles ont fonctionné différemment et ont eu, au point de vue de l'assimilation du carbone, des aptitudes spéciales? Je ne le pense pas. C'est dans le raisin, c'est-à-dire dans le réservoir qui doit recueillir le sucre élaboré, qu'il faut chercher la raison de ces différences.

» Avec la taille courte il n'y a que peu de grappes, et alors, si les feuilles produisent beaucoup de sucre, le raisin ne peut pas arriver à le contenir, comme un vase trop petit pour recueillir ce qui lui est destiné. L'excès de sucre a, dans ce cas, d'autres destinations, parmi lesquelles on peut citer la production du ligneux dans de nouvelles pousses et surtout dans les sarments, dont les bois deviennent plus vigoureux et offrent une plus belle taille.

» Lorsque, au contraire, il y a un très grand nombre de raisins, tout le sucre élabore par les feuilles trouve à s'y déposer et même n'arrive pas à les remplir. De là la maturité incomplète de ces raisins et le faible degré alcoolique du vin qu'ils donnent. Ils peuvent alors se comparer à un vase

trop grand pour la matière qu'il doit recevoir et qui n'est pas plein. Si la végétation et la production du sucre pouvaient se continuer, elles arriveraient à combler ce déficit; mais elles sont limitées par la saison.

» On a l'habitude, pour laisser la maturité se compléter, de retarder le plus possible la vendange des vignes poussées aux hauts rendements; mais on ne peut le faire que dans une certaine mesure, puisqu'on tombe alors dans l'arrière-saison et qu'on risque de perdre la récolte par les intempéries. Quand l'automne est doux et que la fraîcheur du sol ou l'humidité de l'air est suffisante pour maintenir les feuilles en bon état de végétation, un retard de quelques jours a une action favorable sur la maturité du raisin et, par suite, sur la qualité des vins, comme le montrent les résultats suivants, observés aux vendanges de 1901, sur des vignes à taille longue :

	Le 18 septembre.	Le 30 septembre.
Aramon : densité du moût........	9°,0 Bé	10°,7 Bé
Carignan : »	9°,1	11°,3

» On voit qu'il y a eu un grand avantage à attendre à la dernière limite pour faire la cueillette; mais ce résultat est trop aléatoire pour que les vignerons puissent y compter.

» Pour produire le maximum de quantité compatible avec la qualité, il faudrait établir un équilibre entre la proportion de feuilles et celle de raisins, calculé de telle sorte que le raisin fût en quantité strictement suffisante pour recueillir le sucre que la feuille élabore à son intention.

» S'il n'y a pas assez de raisins, une partie du sucre formé, ne trouvant pas à s'immobiliser dans le grain, est perdu pour la fabrication du vin; s'il y en a trop, il n'y a pas assez de sucre pour les amener à un degré de richesse correspondant à une bonne maturité. On obtient alors ces vins de faible degré que les vignobles du Midi produisent en si grande abondance. Sans se rendre compte de ces phénomènes, les vignerons avisés sont arrivés, par l'observation, à conduire la taille de manière à atteindre le résultat doublement avantageux d'une richesse saccharine normale et d'une production suffisante. Aussi la situation des régions viticoles où l'on a continué à se préoccuper de la qualité est-elle, à l'heure qu'il est, bien meilleure que celle des départements méridionaux, où l'on a surtout recherché les gros rendements. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'extension du théorème de Lagrange aux liquides visqueux.* Note de M. **P. Duhem.**

« Les paradoxes que nous avons rencontrés [1] dans l'étude des liquides visqueux adhérents aux solides s'évanouissent si l'on admet que $\mathfrak{G}$ est nul et f très grand, ce qui entraîne seulement une quasi-adhérence du fluide au solide; cette hypothèse a été émise notamment par H. von Helmholtz et M. von Piotrowski. Ils disparaissent également, quels que soient f et $\mathfrak{G}$, *si l'on assimile la condition d'adhérence à l'introduction de nouvelles liaisons;* dans ce cas, en effet, le vecteur (p_x, p_y, p_z) n'est plus nécessairement normal à la surface d'adhérence. Cette remarque fixe, comme nous le montrerons dans un écrit qui sera prochainement publié, un point délicat de la théorie du frottement; l'étude du frottement entre solides conduit, d'ailleurs, à une conclusion analogue.

» D'autres difficultés, qui ne se laissent pas lever aussi aisément, se rencontrent dans l'étude des liquides visqueux; elles y sont introduites par l'extension du théorème de Lagrange à ces liquides.

» M. Hadamard a énoncé [2] que le théorème de Lagrange s'étendait aux liquides visqueux, *du moins tant que leur mouvement demeure analytique;* la démonstration, donnée dans son cours du Collège de France, n'a pas été publiée. Dans notre enseignement, donné à Bordeaux en 1900-1901, nous avons, de notre côté, obtenu ce théorème et nous en avons donné une démonstration qui, croyons-nous, diffère, *tout au moins dans la forme,* de celle de M. Hadamard.

» Soit un fluide visqueux, incompressible, de température uniforme (ρ = const., T = const.), et posons

$$\omega_x = \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}, \qquad \omega_y = \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x}, \qquad \omega_z = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}.$$

» En prenant pour point de départ les égalités de Helmholtz généra-

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXXXIV, p. 265 et 466.

(2) J. Hadamard, *Sur la propagation des ondes,* n° 4 (en note) (*Bulletin de la Société mathématique de France,* t. XXIX, 1901).

lisées :

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial\omega_x}{\partial t} = \dfrac{\partial u}{\partial x}\omega_x + \dfrac{\partial u}{\partial y}\omega_y + \dfrac{\partial u}{\partial z}\omega_z - u\dfrac{\partial\omega_x}{\partial x} - v\dfrac{\partial\omega_y}{\partial y} - w\dfrac{\partial\omega_z}{\partial z} + \dfrac{\mu}{\rho}\Delta\omega_x, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots, \end{cases}$$

on démontre sans peine le théorème suivant : *Supposons qu'à l'instant* t_0 *et pour tous les points intérieurs au volume* E *les quantités* ω_x, ω_y, ω_z *soient nulles, cas auquel il en est de même de leurs dérivées de tous ordres par rapport à* x, y, z; *les quantités* $\frac{\partial^n\omega_x}{\partial t^n}$, $\frac{\partial^n\omega_y}{\partial t^n}$, $\frac{\partial^n\omega_z}{\partial t^n}$ *sont nulles à l'instant* t_0 *et dans l'espace* E, *quel que soit* n.

» En effet, selon les égalités (1), ce théorème est vrai pour $n = 1$; en différentiant ces égalités p fois, on prouve que, s'il est vrai pour $n = p$, il l'est encore pour $n = p + 1$.

» En second lieu, les formules

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{d\omega_x}{dt} = \dfrac{\partial\omega_x}{\partial t} + u\dfrac{\partial\omega_x}{\partial x} + v\dfrac{\partial\omega_x}{dy} + w\dfrac{\partial\omega_x}{\partial z}, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{cases}$$

permettent d'établir, par une méthode analogue à la précédente, la proposition que voici :

» *Quel que soit* n, $\frac{d^n\omega_x}{dt^n}$, $\frac{d^n\omega_y}{dt^n}$, $\frac{d^n\omega_z}{dt^n}$ *s'expriment en fonctions linéaires et homogènes des dérivées partielles d'ordre* n *de* ω_x, ω_y, ω_z *par rapport à* x, y, z, t.

» De ces deux propositions, qui s'établissent d'une manière entièrement élémentaire, on tire sans aucune peine le théorème énoncé par M. Hadamard.

» Mais nous avons montré ([1]) qu'aucune onde ne pouvait exister au sein d'un liquide visqueux, incompressible, de température uniforme et constante. *Le théorème de Lagrange s'applique donc à tous les points d'un tel liquide, sauf à ceux qui, à un instant donné, auraient joué le rôle de point singulier ou se seraient trouvés sur une ligne singulière.* »

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 579.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la glycosurie asphyxique.* Note de MM. R. **Lépine** et **Boulud**.

« Le professeur Dastre a constaté que, chez un chien respirant dans l'air confiné, le sucre du sang peut s'élever au double de l'état normal. D'autres expérimentateurs ont noté, chez des animaux soumis à différents modes d'asphyxie, l'existence d'une glycosurie temporaire, et l'un de nous, en collaboration avec M. Barral, a autrefois constaté que, dans ces conditions, la glycolyse hématique est très diminuée. Nous pouvons dire aujourd'hui que de l'urine, ou mieux, du sang des animaux asphyxiés on peut, au moyen de la méthode indiquée par le professeur A. Gautier, retirer des leucomaïnes en quantité relativement considérable.

» Ces leucomaïnes, ajoutées en petite proportion à du sang normal *in vitro,* entravent la glycolyse. Si on les injecte sous la peau de cobayes, elles provoquent chez ces animaux une glycosurie qui peut durer plusieurs jours, après une seule injection.

» Elles peuvent aussi être extraites du sang des veines fémorales chez un chien dont l'aorte est liée depuis quelques heures. Il paraît donc certain que leur formation est en rapport avec le défaut d'oxygène, ce qui est conforme aux idées soutenues par M. le professeur Gautier. Schiff avait observé que la ligature d'un membre pouvait être suivie de glycosurie. Il avait, pour expliquer cette dernière, supposé que la stase du sang donnait naissance à un ferment qui augmentait la production du sucre dans le foie. Cette interprétation nous paraît peu admissible : ce n'est pas la stase du sang, mais le défaut d'oxygène qu'il faut incriminer, et, dans ces conditions, il se forme, non un ferment, mais des leucomaïnes diabétogènes.

» Dès à présent il semble qu'on puisse soupçonner l'intervention, dans la pathogénie du diabète, de ces leucomaïnes, dont la production n'est pas limitée au cas de l'asphyxie, et dont le rôle, modérateur de la glycolyse, s'explique fort bien avec les idées soutenues depuis plus de trente ans par le professeur Bouchard. »

Conformément aux décisions de la dernière assemblée générale de l'Institut, l'Académie des Sciences désigne, comme devant faire partie de la Commission chargée de préparer un nouveau règlement pour le *Journal*

des Savants : MM. **H. Poincaré, Edm. Perrier**, qui se joindront aux deux Secrétaires perpétuels de l'Académie.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Demontzey*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. Winogradsky obtient . . . . 41 suffrages.

M. **Winogradsky**, ayant réuni l'unanimité des suffrages exprimés, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

M. **J. Kuehn**, nommé Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (Équatorial Brünner de* $0^m,16$*) pendant le troisième trimestre de* 1901. Note de M. **J. Guillaume**.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants.

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches; les colonnes successives renferment les dates extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour et fraction de jour, temps civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en millionièmes de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observations et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches (en millionièmes de l'hémisphère).

» Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en millièmes de l'hémisphère.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet 1901. — 0,75			
8-9	2	10,4		+3°	3
22-25	4	28,3	−1°,5		6
	24 j.		−1°,5	+3°,0	
		Août 1901. — 0,88			
2	1	3,2	−27°		8
22-23	2	27,2		+27	6
	24 j.		−27°,0	+27°,0	
		Septembre 1901. — 0,90			
11	1	13,4		+34°	5
	10 j.		»	+34°,0	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1901.	Sud. 90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet.....	»	»	»	»	1	1	1	1	»	»	»	»	2	9
Août......	»	»	1	»	»	1	1	»	»	1	»	»	2	14
Septembre.	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	»	1	5
Totaux..	»	»	1	»	1	2	3	1	»	1	1	»	5	28

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1901.	Sud. 90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet.....	1	»	»	1	3	5	12	2	2	»	1	7	17	5,2
Août......	»	3	2	»	1	6	19	3	5	3	»	8	25	5,2
Septembre.	1	»	»	»	1	2	6	»	1	2	2	1	8	1,6
Totaux..	2	3	2	1	5	13	37	5	8	5	3	16	50	12,0

» Il y a eu 58 jours d'observation dans ce trimestre; les principaux faits qui en résultent, comparativement à ceux du trimestre précédent (p. 271 du présent Volume des *Comptes rendus*), sont les suivants :

» *Taches.* — Le nombre des groupes de taches notés est de 5 au lieu de 8; leur répartition entre les deux hémisphères est de 2 au sud et de 3 au nord, au lieu de 4 de part et d'autre.

» Il y a eu une diminution considérable de la surface totale tachée; on a, en effet, 28 millionièmes au lieu de 726 millionièmes. D'autre part, sur les

58 jours d'observation de ce trimestre, il y en a eu 48 sans taches (le nombre obtenu précédemment était de 49 sur 73 jours); il en résulte un nombre proportionnel de 0,83 au lieu de 0,67.

» C'est, jusque-là, le minimum des résultats trimestriels que nous ayons enregistrés. Il semblerait que le *minimum* undécennal des taches s'est présenté vers le milieu du mois de septembre, mais il y a lieu d'attendre encore pour fixer cette époque d'une manière plus certaine.

» *Régions d'activité.* — Les facules ont fourni des nombres un peu plus faibles dans ce trimestre que dans le précédent : on a noté 50 groupes et une surface totale de 12,0 millièmes, au lieu de 59 groupes et 15,6 millièmes.

» Leur répartition de part et d'autre de l'équateur est de 13 groupes au sud au lieu de 39, et de 37 au nord au lieu de 20. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Un théorème sur les séries trigonométriques.* Note de M. **H. Lebesgue**, présentée par M. Picard.

« M. Cantor a démontré qu'une fonction $f(\varphi)$ ne pouvait admettre deux développements de la forme

$$(1) \qquad f(\varphi) = a_0 + \Sigma(a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi).$$

On peut alors se demander quels sont, toutes les fois qu'il existe un tel développement, ses coefficients. Lorsque $f(\varphi)$ satisfait aux conditions de Dirichlet, on sait que les coefficients sont déterminés par les intégrales d'Euler et Fourier; toutes les fois que la série (1) sera intégrable, terme à terme, il en sera de même. MM. Dini, Ascoli, P. du Bois-Reymond ont étudié l'intégrabilité de cette série; la conclusion de leurs Travaux est que, si $f(\varphi)$ est bornée et intégrable, les coefficients du développement sont les intégrales de Fourier.

» Je me propose de montrer que des raisonnements analogues à ceux des auteurs cités permettent d'étudier le cas le plus général où $f(\varphi)$ est bornée quand on adopte la définition de l'intégrale que j'ai indiquée dans une Note des *Comptes rendus* (29 avril 1901).

» On sait que si $F(\varphi)$ est la série obtenue en intégrant deux fois, terme à terme, le second membre de (1), on a

$$(2) \qquad \lim_{\alpha=0} \frac{F(\varphi+\alpha)+F(\varphi-\alpha)-2F(\varphi)}{\alpha^2} = \lim_{\alpha=0} \frac{\Delta^2 F(\varphi)}{\alpha^2} = f(\varphi).$$

» Il est facile de montrer que $\frac{\Delta^2 F(\varphi)}{\alpha^2}$ et $f(\varphi)$ sont bornées en même temps. Maintenant, si l'on remarque que la fonction $f(\varphi)$, étant la limite de fonctions continues, a une intégrale, au sens généralisé du mot, pour pouvoir intégrer les deux membres de (2), il suffira de se servir d'un théorème démontré par M. Osgood dans le cas particulier des fonctions continues, et qui est tout à fait général : Si les fonctions sommables $f_n(\varphi)$ ont une limite $f(\varphi)$ et si, quels que soient n et φ, $|f(\varphi)-f_n(\varphi)|$ reste inférieur à M, l'intégrale de f est la limite des intégrales des fonctions f_n quand n augmente indéfiniment. En intégrant deux fois l'égalité (2), on trouve

$$F(\varphi)=\int_0^\varphi d\theta\int_0^\theta f(t)\,dt+A\varphi+B,$$

où A et B sont des constantes. Le procédé de Fourier donne les coefficients du développement de $F(\varphi)-\frac{a_0}{2}\varphi^2$, ce qui donne des égalités telles que

$$-\frac{a_n}{n^2}=-\frac{2a_0}{n^2}+\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\cos n\alpha\,d\alpha\int_0^\alpha d\theta\int_0^t f(t)\,dt.$$

» Pour transformer ces expressions, je généralise la notion d'intégrale multiple comme celle d'intégrale simple et je démontre que, dans des cas étendus, le calcul d'une intégrale multiple équivaut à des calculs d'intégrales simples. Cela permet d'écrire

$$a_n=2\left[a_0-\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}f(t)\,dt\right]+\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}f(t)\cos nt\,dt;$$

et il suffit de se rappeler que a_n tend vers zéro et de démontrer qu'il en est de même des intégrales de Fourier pour conclure que :

» *Si une fonction donnée admet un développement trigonométrique, c'est la série de Fourier.*

» J'étais d'abord parvenu à ce résultat par une méthode peut-être moins naturelle, mais plus rapide.

» Pour $r<1$, les coefficients du développement de la fonction

$$f(\varphi,r)=a_0+\Sigma r^n(a_n\cos n\varphi+b_n\sin n\varphi)$$

s'obtiennent par le procédé d'Euler et de Fourier; du théorème sur l'intégration énoncé précédemment, on déduit qu'il en est de même pour $r=1$,

si $f(\varphi, r)$ est bornée. Or de la proposition relative à $\frac{\Delta^2 F(\varphi)}{\alpha^2}$ résulte que : si la partie réelle d'une série de Taylor est convergente sur le cercle de convergence et a une somme inférieure à M, elle a aussi une somme inférieure à M à l'intérieur du cercle; la proposition est donc démontrée.

» On peut étendre un peu ce résultat en supposant que $f(\varphi)$ n'est pas définie pour toutes les valeurs de φ. Le résultat précédent subsiste si les valeurs où $f(\varphi)$ n'est pas définie forment un ensemble fermé de mesure nulle. Cette remarque était nécessaire pour que le théorème de M. Cantor soit compris comme cas particulier dans le précédent.

» On peut aussi supposer que la fonction $f(\varphi)$ devient infinie dans le voisinage d'un nombre fini de points en chacun desquels les conditions de Riemann sont remplies. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de factorielles.* Note de M. **J.-C. Kluyver**, présentée par M. Picard.

« Tout récemment, M. Niels Nielsen a donné dans les *Comptes rendus* un exposé de ses recherches sur les séries de factorielles. Je désirerais faire connaître à l'Académie que, de mon côté, j'ai obtenu quelques résultats propres à mettre en lumière les conditions nécessaires et suffisantes qui doivent être remplies par une fonction $\varphi(z)$ pour rendre possible un tel développement.

» Dans mon Article : *Over de ontwikkeling von eene functie in eene faculteitenrechs* (*Sur le développement d'une fonction en une série de factorielles*) (*Nieuw Archief voor Wiskunde*, 2ᵉ série, t. IV; Amsterdam, 1900), je considère le développement

$$\varphi(z) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{n!\,\lambda_n}{z(z+1)(z+2)\ldots(z+n)}$$

et je suppose que son champ de convergence absolue est le demi-plan à droite de l'axe des nombres imaginaires, c'est-à-dire je suppose que l'on ait

$$\operatorname*{Lim}_{n=\infty} \left| \frac{\lambda_{n+1}}{\lambda_n} \right| = 1, \qquad \operatorname*{Lim}_{n=\infty} n \left\{ 1 - \left| \frac{\lambda_{n+1}}{\lambda_n} \right| \right\} = 1.$$

» Dans ces conditions, il est facile de voir que la fonction $\varphi(z)$ possède les deux propriétés caractéristiques suivantes :

» 1° Désignant par t une quantité réelle entre 0 et 1, on trouve

$$\frac{1}{2\pi i}\int_{\delta-i\infty}^{\delta+i\infty}\varphi(y)(1-t)^{-y}dy=\sum_{n=0}^{n=\infty}\lambda_n t^n=h(t)$$

et la fonction $h(t)$ est holomorphe à l'intérieur du cercle $|t|=1$;

» 2° De la fonction $h(t)$ on peut remonter à la fonction $\varphi(z)$, puisque l'on a

$$\int_0^1 h(t)(1-t)^{z-1}dt=\varphi(z).$$

» Réciproquement, toute fonction $\varphi(z)$ possédant simultanément les deux propriétés susdites est capable d'un développement en série de factorielles, et cette série sera absolument convergente à droite de l'axe des nombres imaginaires.

» Des fonctions existent qui possèdent *l'une ou l'autre* des deux propriétés. Par exemple, en prenant $\varphi(z)=\Gamma(z)$, il s'ensuit une fonction $h(t)$ convenable, puisqu'on a $h(t)=e^{t-1}$, c'est la seconde condition qui n'est pas remplie; en effet, l'intégrale

$$\int_0^1 e^{t-1}(1-t)^{z-1}dt$$

ne reproduit pas $\Gamma(z)$, elle représente la fonction $P(z)$ de Prym. D'autre côté, si l'on prend $\varphi(z)=\frac{e^{-z}}{z}$, on trouve une fonction $h(t)$ qui n'est pas holomorphe à l'intérieur du cercle $|t|=1$, mais l'intégrale

$$\int_0^1 h(t)(1-t)^{z-1}dt$$

se trouve bien égale à $\varphi(z)$. Donc, aucune des fonctions $\Gamma(z)$ ou $\frac{e^{-z}}{z}$ ne peut être développée en série de factorielles.

» Comme j'ai pu l'établir dans l'Article précité, un tel développement est possible pour toute fonction $F\left(\frac{1}{z}\right)$, holomorphe pour $z=\infty$; par contre, il y a des développements qui représentent une fonction entière $\varphi(z)$. Comme exemple, on peut citer la série de factorielles qui représente $Q(-z)$, la seconde fonction de Prym avec l'argument $-z$. »

PHYSIQUE. — *Sur la cohésion des liquides.* Note de MM. **Leduc** et **Sacerdote**, présentée par M. Lippmann.

« Soit un disque de verre plan, bien nettoyé, équilibré horizontalement sous l'un des plateaux d'une balance. Amenons sa face inférieure au contact d'eau distillée : celle-ci adhère au disque. Chargeons progressivement le plateau opposé : le disque se soulève et entraîne à sa suite une colonne d'eau dont la hauteur peut atteindre $0^{m},005$ environ; puis cette colonne se rompt, laissant une mince couche liquide adhérente au disque (Taylor, Gay-Lussac, Simon de Metz).

» Bon nombre d'auteurs classiques interprètent cette expérience d'une manière tout à fait inexacte. On dit, par exemple, bien à tort, que « les » poids qui produisent la rupture donnent une mesure imparfaite de la » cohésion du liquide ». En réalité, cette cohésion n'intervient aucunement, et l'expérience réussirait tout aussi bien si le liquide en était entièrement dénué (¹).

» Une comparaison le fera immédiatement comprendre.

» Imaginons que la paroi d'un corps de pompe aspirante soit très flexible, en caoutchouc mince, par exemple. La base du corps de pompe et le piston étant d'abord appliqués sur une surface d'eau, soulevons ce piston : le liquide le suivra, poussé par la pression atmosphérique, en même temps que la paroi s'incurvera sous l'influence de l'excès de la pression extérieure sur l'intérieure.

» Dans l'expérience ci-dessus, la paroi flexible est représentée par la membrane superficielle, que l'on peut considérer comme adhérente au disque, et c'est encore la pression atmosphérique qui fait monter le liquide dans cette sorte de corps de pompe (²).

» Les poids mis sur le second plateau de la balance représentent donc simplement la différence des pressions hydrostatiques sur les deux faces du disque, augmentée de la composante des tensions superficielles, si l'angle de raccordement n'est pas nul.

(¹) Il s'agit, bien entendu, de la cohésion à l'intérieur du liquide, et non des phénomènes superficiels.

(²) Pour que cette expérience fournît une indication sur la cohésion, il faudrait opérer dans le vide, ou tout au moins dans une atmosphère dont la pression fût inférieure à celle que représente la colonne liquide soulevée. Or, contrairement à ce que l'on a souvent énoncé, cela est impossible avec l'eau, puisque la force élastique de celle-ci est mesurée, même à $0°$, par une colonne d'eau supérieure à 6^{cm}, tandis que la colonne soulevée n'est que de $0^{cm},5$.

» Quant à la rupture, elle se produit pour des raisons que nous développerons ailleurs, et qui, elles non plus, n'ont rien à voir avec la cohésion. Des mesures précises, que nous avons effectuées sur l'eau et le mercure, confirment entièrement cette manière de voir.

» La question de la cohésion des liquides restait donc entière. Nous avons institué, pour la résoudre, deux séries d'expériences :

» 1° *Ascension capillaire dans le vide.* — Considérons un tube capillaire dans lequel l'eau s'élève à une hauteur H, et soit P la pression ambiante mesurée en colonne d'eau.

» A la base de la colonne soulevée, la pression est plus forte qu'au sommet; cette colonne est donc soutenue *par-dessous*. Si l'on diminue la pression ambiante, il en est encore ainsi tant que $P \geqq H$. Mais au delà, si la colonne ne se rompt ni ne s'abaisse, le niveau de pression nulle descend de plus en plus au-dessous du ménisque, de sorte que, la partie inférieure P étant toujours soutenue par-dessous, la partie supérieure $H - P$ est soutenue *par-dessus*, suspendue en quelque sorte à la membrane superficielle, qui reste elle-même comme fixée à la paroi du tube, ou, plus exactement, à la mince couche d'eau qui la recouvre.

» Ici, c'est bien grâce à la cohésion que la colonne $H - P$ ne se rompt pas.

» Nous avons réalisé l'expérience, à 16°, avec un tube de $0^{cm},007$ de diamètre environ, dans lequel l'eau s'élevait à 43^{cm}(H). Nous avons fait le vide d'air presque absolu, de sorte que la pression ambiante était sensiblement réduite à la force élastique de la vapeur d'eau : $P = 19^{cm}$.

» La colonne capillaire ne s'est point rompue, et elle a conservé exactement la même hauteur, quel que soit le degré de vide. La cohésion de l'eau est donc supérieure à 24^{cm} d'eau.

» Il eût été difficile d'aller beaucoup plus loin par cette méthode.

» 2° *Baromètre tronqué.* — Soit un baromètre tronqué, rempli d'eau; le sommet S du tube est à une distance verticale H du niveau libre N. Diminuons progressivement la pression P qui s'exerce sur celui-ci. Si le remplissage a été bien conduit, on peut obtenir P très inférieur à H, c'est-à-dire abaisser le plan de pression nulle bien au-dessous de S. On réalise ainsi, en quelque sorte, une *corde d'eau* (Galilée), de longueur $H - P$, suspendue au sommet du tube, et qui ne se rompt pas, malgré son *état de tension*, grâce à la cohésion du liquide. Pour mesurer cette dernière, il suffirait de suspendre ainsi une colonne de plus en plus longue, jusqu'à ce que la rupture se produisît. Mais on conçoit que la moindre bulle gazeuse,

même invisible, détermine dans la corde un point faible où la colonne se rompt sous un effort très inférieur à la charge limite.

» *Première expérience.* — Le tube avait environ $1^m,50$ de longueur et $0^m,005$ de diamètre intérieur. Nous avons procédé au remplissage, comme on le fait ordinairement pour les baromètres normaux. La différence des niveaux H étant de $1^m,35$, nous avons pu faire le vide d'air presque absolu en N sans atteindre la rupture. La cohésion était donc supérieure à $1^m,15$ d'eau. Nous vîmes même qu'elle était bien supérieure; car il fallut, pour rompre la colonne, faire vibrer le tube assez fortement, en le frottant longitudinalement avec les doigts mouillés.

» *Deuxième expérience.* — Le tube a $5^m,30$ de hauteur et $0^m,01$ de diamètre. Après l'avoir rempli avec le plus grand soin, nous l'avons dressé verticalement dans une salle attenant à l'amphithéâtre de Physique de la Sorbonne. Nous avons encore pu faire le vide d'air en N, sans rompre la colonne.

» *Bien que la corde d'eau soutenue par la cohésion ait ici une hauteur supérieure à* 5^m, *nous sommes encore fort loin de la limite;* car, grâce à la perfection du remplissage, il n'a pas suffi, pour provoquer la rupture, de frictionner le tube avec les doigts mouillés; ce résultat n'a été atteint qu'après plusieurs frictions énergiques avec les doigts enduits de colophane ([1]).

» *Remarques.* — Quelques expériences ont été effectuées avec un baromètre tronqué à mercure. Cette fois, la rupture a lieu entre le verre et le mercure; c'est donc l'adhésion verre-mercure qui est vaincue et non la cohésion du mercure. Nous avons pu soutenir par en haut une colonne de 30^{cm} de mercure; mais les difficultés du remplissage font supposer que nous étions loin de la limite. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Théorie électromagnétique des aurores boréales et des variations et perturbations du magnétisme terrestre.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. Janssen.

« Dans ma dernière Communication à l'Académie, j'ai établi théoriquement que le Soleil doit émettre, semble-t-il, des ondes hertziennes et que l'intensité de ces ondes doit être maxima dans les régions et aux époques de la plus grande activité solaire. J'ai déduit de cette proposition l'expli-

---

([1]) Un calcul approximatif indique que la cohésion doit être de l'ordre de $\frac{A}{\varepsilon}$, A étant la constante superficielle et ε le rayon de la sphère d'action moléculaire. Elle serait donc représentée par plusieurs centaines de mètres d'eau. Rappelons à ce propos les expériences déjà anciennes de M. Berthelot sur la dilatation forcée des liquides, expériences dans lesquelles la tension de rupture a dépassé 20^{atm}.

cation de la couronne solaire, et de ses particularités d'une part, et des spectres cométaires d'autre part.

» Je me propose de montrer aujourd'hui que la même proposition permet de jeter un jour nouveau sur la cause des aurores boréales et de leurs principaux caractères, et sur l'origine des oscillations et des perturbations du magnétisme terrestre.

» I. Les dernières recherches (et notamment celles de M. Paulsen) sur les aurores boréales ont montré qu'il y a un accord intime entre le spectre de l'aurore boréale et celui de la lumière qui entoure la cathode d'un tube contenant de l'oxygène et de l'azote [1]. Il en résulte que l'aurore boréale serait un phénomène cathodique se produisant dans l'atmosphère supérieure raréfiée. L'orientation particulière des rayons de l'aurore boréale, le fait que les aurores boréales sont plus intenses et fréquentes quand on s'éloigne de l'équateur, et divers autres caractères de l'aurore s'expliqueraient alors facilement, comme on l'a déjà montré, par suite de la propriété connue qu'ont les rayons cathodiques de s'orienter suivant les lignes de force d'un champ magnétique. Cette explication n'offrait qu'une difficulté : quelle est l'origine des phénomènes cathodiques qui forment l'aurore boréale? La proposition établie dans ma dernière Communication va me permettre de résoudre cette question.

» Les Travaux de MM. Ébert et Wiedmann ont montré que, sous l'action des ondes hertziennes, un tube contenant un gaz suffisamment raréfié s'illumine, et que les phénomènes lumineux produits ainsi dans ce tube (que celui-ci soit ou non muni d'électrodes) sont précisément identiques aux phénomènes cathodiques des tubes de Geissler. Je pense donc que les aurores boréales sont des phénomènes cathodiques produits dans l'atmosphère par les ondes hertziennes émanées du Soleil, conformément aux propriétés connues de ces ondes.

» Les diverses périodes des aurores boréales s'expliquent alors facilement : la période undécennale des aurores qui concorde exactement avec la période des taches solaires, de telle sorte que la plus grande fréquence des aurores a lieu lors de la plus grande fréquence des taches, provient de ce que (comme je l'ai montré) les ondes hertziennes émises par le Soleil doivent être le plus intenses lors du maximum des taches; les aurores qui sont produites par ces ondes doivent donc être plus intenses et plus nombreuses à cette époque. La période des aurores qui semble correspondre à

---

(1) Voir notamment *Congrès de Physique*, t. III, p. 438 à 445.

la période de rotation synodique du Soleil s'explique aussi facilement par ma théorie : les régions de l'activité maxima de la surface solaire, c'est-à-dire de l'émission des ondes hertziennes les plus intenses, exécutant une rotation complète en 26 jours environ, il s'ensuit naturellement que les aurores boréales doivent avoir une période identique. Ma théorie explique également la période diurne des aurores : le maximum de la production des aurores correspond au maximum du rayonnement solaire en un lieu donné, c'est-à-dire au passage du Soleil au méridien; mais l'éclat du jour masque à ce moment les aurores boréales et le maximum apparent des aurores doit se produire dans les premières heures de la soirée. C'est bien ce qu'on observe.

» M. Arrhénius a également donné récemment une explication de ces divers phénomènes, en partant de l'hypothèse que le Soleil émet des particules négativement chargées qui arrivent dans cet état jusqu'à la Terre. Je me propose de présenter prochainement quelques objections que me paraît soulever la théorie de M. Arrhénius (les limites de cette Note ne me permettent pas de le faire aujourd'hui).

» II. On sait que les oscillations de l'aiguille aimantée ont une période undécennale qui, de même que celle des aurores boréales, est exactement parallèle à la période des taches solaires. Il semble donc que la cause des aurores polaires doit également être l'origine des variations du magnétisme terrestre. D'autre part, on admet universellement que l'intensité du magnétisme terrestre et les variations de cette intensité sont en relation intime avec les courants électriques généraux de l'atmosphère, qui, sous l'influence de l'induction unipolaire de la vaporisation, etc., se produisent principalement dans les couches supérieures raréfiées, et, comme telles, relativement bonnes conductrices. Enfin, M. Righi a montré en 1897 que sous l'influence des ondes hertziennes la conductibilité d'un tube à gaz raréfié est notablement augmentée. Ce tube se comporte donc comme une sorte de cohéreur.

» Ma théorie explique alors facilement la période undécennale du magnétisme terrestre : lors du maximum des taches, les ondes hertziennes solaires plus intenses produisent une diminution relativement grande de la résistance de l'atmosphère supérieure : il doit s'ensuivre une augmentation de l'intensité de courants électriques de l'atmosphère et, corrélativement, en vertu des lois de l'électromagnétisme, une augmentation de l'intensité du magnétisme terrestre, ce qui rend bien compte des phénomènes observés.

» III. A un autre point de vue, si l'on considère les aurores boréales et les variations du magnétisme terrestre, non plus dans leur généralité périodique, mais lorsqu'ils se produisent d'une manière accidentelle et instantanée, ma théorie explique également les faits observés. Depuis la célèbre observation de Carrington en 1859, les exemples se sont multipliés d'orages magnétiques accompagnés d'aurores boréales se produisant d'une manière synchrone avec une violente perturbation d'une tache solaire (révélée au spectroscope). L'explication de ces faits est facile à l'aide des considérations exposées plus haut et du fait démontré précédemment que les perturbations solaires doivent produire une émission intense d'ondes hertziennes. Mais il est un caractère de ces phénomènes accidentels qui me paraît fournir un argument d'une importance particulière pour ma théorie : dès 1883, Young a déduit du fait observé par Carrington, et d'un certain nombre d'exemples observés par lui-même, que chaque perturbation importante de la surface solaire se transmet à notre magnétisme terrestre avec la vitesse de la lumière. *Or telle est précisément la vitesse des ondes hertziennes.*

» Il semble que la théorie de M. Arrhénius ne permet pas d'expliquer ces faits, car les vitesses les plus grandes que cette théorie permet d'attribuer aux particules émanées du Soleil sont bien inférieures à la vitesse de la lumière. »

PHYSIQUE. — *Sur une application nouvelle des observations optiques à l'étude de la diffusion.* Note de M. **J. Thovert**, présentée par M. J. Violle.

« Dans une Note précédente, nous avons montré comment, avec une installation convenable de l'expérience de diffusion, on pouvait, par un calcul simple, obtenir le coefficient de diffusion.

» La méthode expérimentale consiste à observer la déviation d'un rayon lumineux entré horizontalement dans la cuve d'expérience.

» Pour définir la direction du rayon lumineux, nous avons procédé de deux façons :

» La lumière issue d'un collimateur dont l'axe est horizontal tombe sur une face de la cuve, préalablement argentée extérieurement. Aux niveaux $\frac{h}{3}$ et $\frac{2h}{3}$ on trace sur l'argenture deux couples de traits voisins formant fentes de Young, et on relève la position du centre des interférences pro-

duites à une certaine distance au delà de la cuve. Ce procédé était appliqué pour des hauteurs de cuve d'au moins 3^{cm}.

» Pour faire des observations avec une plus faible hauteur de liquide, la lumière du collimateur passe librement à travers la cuve; elle est reçue par une lunette visant à l'infini, munie d'un oculaire à micromètre mobile. Dans ces conditions, on repère le rayon de déviation maxima défini au foyer de la lunette par des franges de diffraction (Gouy, *Comptes rendus*, t. XC, 1880, p. 307).

» Si les déplacements du rayon lumineux ne sont pas trop grands, ils sont proportionnels à la dérivée de l'indice de réfraction et par suite à la dérivée de la concentration.

» La cuve d'expérience est primitivement remplie par deux volumes égaux de solutions aqueuses d'une même substance, la concentration ne différant entre ces deux parties que de 1 pour 100 environ.

» En employant une cuve de $0^{m},20$ de longueur, on a pu abaisser assez loin la limite des plus faibles concentrations observées.

» Nous donnons ici les principaux résultats obtenus dans nos expériences. Le coefficient de diffusion $D \times 10^{-5}$ est inscrit pour chaque corps au-dessous de la concentration c exprimée en équivalent-grammes par litre.

HCl	19°,2	c	3,2	0,9	0,3	0,1	0,02	
		$D \times 10^{-5}$	4,50	3,04	2,76	2,50	2,45	
AzO^3H	19,5	c	3,9	0,9	0,4	0,1	0,02	
		$D \times 10^{-5}$	2,85	2,62	2,55	2,40	2,45	
SO^4H^2	18	c	9,85	4,85	2,85	0,85	0,35	0,005
		$D \times 10^{-5}$	2,73	2,20	1,85	1,55	1,53	1,51
KOH	13,5	c	3,9	0,9	0,1	0,02		
		$D \times 10^{-5}$	2,81	2,15	1,99	1,95		
NaOH	12	c	3,9	0,9	0,1	0,02		
		$D \times 10^{-5}$	1,14	1,21	1,29	1,30		
KCl	17,5	c	2,95	0,9	0,1	0,2		
		$D \times 10^{-5}$	1,85	1,76	1,60	1,57		
NaCl	15	c	3,9	1,9	0,9	0,5	0,1	0,02
		$D \times 10^{-5}$	1,18	1,13	1,12	1,10	1,09	1,09
AzO^3K	17,6	c	3,9	1,4	0,3	0,02		
		$D \times 10^{-5}$	1,03	1,27	1,46	1,48		
AzO^3Ag	12	c	3,9	0,9	0,1	0,02		
		$D \times 10^{-5}$	0,62	1,02	1,14	1,20		
SO^4K^2	19,6	c	0,95	0,28	0,05	0,02		
		$D \times 10^{-5}$	0,92	1,00	1,12	1,17		
SO^4Zn	19,5	c	2,95	0,55	0,05	0,025		
		$D \times 10^{-5}$	0,38	0,42	0,54	0,58		

SO^4Cu	17°	c	1,95	0,95	0,50	0,30	0,10	0,005
		$D \times 10^{-5}$	0,27	0,30	0,34	0,38	0,45	0,54
Alcool éthylique.	11,0	c	3,75	0,75	0,25	0,05		
		$D \times 10^{-5}$	0,52	0,72	0,80	0,85		
Sucre	18,5	c	1,97	0,97	0,30	0,005		
		$D \times 10^{-5}$	0,15	0,28	0,36	0,38		

» Les nombres correspondant aux solutions diluées sont, pour les sels, assez bien d'accord avec ceux que l'on calcule à partir des données électrolytiques en suivant la théorie de la diffusion donnée par Nernst.

» Pour les acides, les nombres observés sont nettement plus faibles. Mais, d'une façon générale, l'allure des courbes, représentant D en fonction de c, laisse place à une extrapolation qui n'est pas en opposition avec la théorie. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Remarques sur une Note récente de MM.* Nagoaka *et* Honda, *relative à la magnétostriction des aciers au nickel.* Note de M. **F. Osmond**, présentée par M. Moissan.

« En discutant la Note adressée à l'Académie le 3 mars dernier par MM. Nagaoka et Honda sur la magnétostriction des aciers au nickel, M. Ch.-Ed. Guillaume fait remarquer que les résultats des savants japonais semblent contredire la théorie de M. Dumas.

» Mais la théorie de M. Dumas, qui attribue exclusivement au fer seul ou au nickel seul le magnétisme respectif des aciers irréversibles ou réversibles, est déjà, sous cette forme, en opposition, en ce qui concerne les aciers réversibles, avec deux faits d'expérience :

» 1° La dilatation presque nulle, à la température ordinaire, de certains échantillons découverts et étudiés par M. Guillaume, ne peut guère s'expliquer, à mon avis, que par la superposition de deux phénomènes opposés, à savoir le retrait (ou la dilatation) habituels à tous les corps et la dilatation (ou le retrait) résultant de la transformation graduelle, dans le même intervalle de température, du fer γ en fer α (ou réciproquement).

» 2° La puissance magnétique des alliages réversibles est beaucoup trop grande pour être attribuable au nickel seul. Ce fait avait été remarqué déjà par Hopkinson à propos d'un alliage à 73 ou 75 pour 100 de nickel [1]. Je l'ai confirmé en étudiant, à ce point de vue, les échantillons qui ont fait le sujet de ma Note à l'Académie du 30 janvier 1899.

---

[1] *Proc. Inst. Civ. Eng.*, t. CXXVI, 1895-1896, part. IV, p. 71 du tirage à part du Travail de M. H. Parshall, intitulé : *Magnetic Data of Iron and Steel.*

» Chacun d'eux, après recuit au rouge suivi d'un refroidissement à l'air, était placé sur l'un des pôles d'un électro-aimant traversé par un courant de 5,7 ampères et l'on déterminait la force portante. Le magnétisme rémanent était ensuite mesuré en unités arbitraires par la déviation d'une aiguille aimantée : on lisait les tangentes des déviations en millimètres sur une échelle transparente placée à 1m de l'aiguille.

Composition chimique.			Poids des barrettes.	Force portante		Magnétisme permanent.
C.	Mn.	Ni.		trouvée.	calculée.	
			g	kg		
0,13	0,72	0,94	11,230	5,050	5,05	14,9
0,19	0,65	3,82	9,795	4,675	4,80	25,0
0,17	0,68	7,65	10,770	3,725	4,60	60,0
0,23	0,93	15,48	10,670	2,725	4,30	135,6
0,19	0,93	19,64	11,285	1,950	4,00	124,5
0,16	1,00	24,51	12,345	0,450	3,90	112,3
0,61	0,46	26,20	11,829	0,000	3,80	1,0
0,14	0,86	29,07	11,115	0,050	3,70	2,5
0,23	0,49	31,44	11,857	0,950	3,60	2,0
0,46	0,28	35,70	12,827	2,125	3,40	8,5
0,30	0,68	43,04	13,426	3,325	3,10	14,0
0,16	1,08	49,65	12,220	3,225	2,80	4,9
0,11	0,38	58,30	11,275	2,850	2,45	2,2
0,08	0,41	69,20	11,260	2,250	1,95	1,9
0,07	0,68	76,75	11,155	1,750	1,65	1,0
0,12	0,38	88,95	11,525	1,025	1,10	2,7
0,09	0,74	92,20	11,365	0,775	1,00	4,7
0,10	0,86	94,70	11,605	0,675	0,90	29,5
0,12	0,55	98,50	12,375	0,700	0,70	8,0

» A côté des forces portantes trouvées, on a indiqué, en nombres arrondis, celles qui ont été calculées pour des mélanges de fer et de nickel de même composition, dans l'hypothèse où les deux termes extrêmes du Tableau seraient respectivement du fer et du nickel purs; mais, comme la pureté réelle n'est que très relative et que les échantillons considérés sont affectés d'hystérèse (voir leur magnétisme rémanent), ces chiffres calculés sont vraisemblablement bas. Au surplus, on sait que la mesure des forces portantes est très grossière. Il ne s'agit donc ici que d'une première approximation, mais qui permet déjà de suivre la marche générale des phénomènes.

» Si l'on se reporte au Tableau, on voit que, dans les aciers irréversibles, la teneur en nickel croissant, la force portante trouvée devient de plus en plus inférieure à la force portante calculée, jusqu'à devenir nulle pour 26,20 de Ni; les transformations ne sont pas commencées à la température ordinaire pour ce dernier échantillon et, pour les précédents, elles étaient d'autant plus incomplètes que la teneur en nickel était plus élevée.

» Les aciers réversibles se divisent en trois classes : de 29,07 jusqu'à une teneur comprise entre 35,70 et 43,04, la force portante calculée est supérieure à la force portante trouvée, d'où l'on peut conclure que, ici encore, les transformations sont incomplètes à la température ordinaire, comme l'avait d'ailleurs prouvé M. Dumont; de 43,04 à 76,75, on observe le fait inverse; au-dessus de 88,95, la force portante calculée redevient un peu supérieure à la force portante trouvée, ce qui coïncide avec un retour d'hystérèse.

» En somme, pour les aciers réversibles non affectés d'hystérèse et dont les transformations sont terminées à la température ordinaire, les choses, en tenant compte des causes d'erreur, se passent à peu près comme si l'on avait affaire à de simples mélanges de fer et de nickel. Or, sur les trois échantillons étudiés par MM. Nagaoka et Honda, il y en a deux (29 et 36 de nickel) pour lesquels les transformations sont certainement loin d'être terminées à la température ordinaire et, pour le troisième (46 de Ni), l'achèvement des transformations n'est probablement pas encore total, mes barrettes à 43,04 et même à 49,45 montrant encore une force coercitive notable. Je suis donc tout à fait d'accord avec M. Guillaume sur l'interprétation des faits observés dans l'étude de la magnétostriction. Pour tirer de ces recherches des renseignements sur la théorie des alliages réversibles, il faudrait étendre les expériences sur les types à haute teneur en nickel, c'est-à-dire jusqu'à 80 ou 90 pour 100. On déciderait peut-être ainsi la question de savoir si ces alliages sont des cristaux mixtes de fer et de nickel, ou s'il existe un composé Ni^2Fe dont l'existence n'est pas impossible, en raison du maximum de la courbe des points de transformation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude des transformations des aciers par la méthode dilatométrique.* Note de MM. Georges Charpy et Louis Grenet, présentée par M. H. Moissan.

« Les transformations que subissent à haute température les alliages ferreux ont été étudiées surtout par la méthode pyrométrique établie par M. Osmond et modifiée par M. Roberts-Austen, qui consiste à relever les dégagements ou absorptions de chaleur qui se produisent au cours du refroidissement ou de l'échauffement d'un fragment de métal. L'étude des dilatations permet de suivre de plus près les transformations du métal, d'opérer avec une vitesse aussi faible qu'on le veut, et même à température

stationnaire; enfin elle fournit des indications quantitatives, tandis que celles de la méthode pyrométrique sont plutôt qualitatives.

» Nous résumerons ici les résultats obtenus par le procédé décrit dans une précédente Note sur des aciers à diverses teneurs en carbone, ne contenant les autres éléments qu'à l'état de traces. Les résultats obtenus concordent qualitativement quand on opère soit par échauffement, soit par refroidissement, et avec différentes vitesses; les phénomènes de retard, qui prennent une importance considérable dans les aciers contenant des éléments tels que le nickel et le manganèse, ne sont cependant pas négligeables dans les aciers au carbone, et, pour obtenir des valeurs numériques précises, il est préférable d'opérer par échauffement et avec des vitesses suffisamment faibles pour qu'une nouvelle diminution de vitesse n'amène aucune modification des températures de transformation; ce résultat est obtenu, pour les aciers au carbone, avec une vitesse d'échauffement de 200° à l'heure environ.

» Pour tous les aciers et les fontes ne contenant que du fer et du carbone, les transformations commencent, à très peu de chose près, à la même température, qui est voisine de 700°. Aux températures inférieures à 700°, même en les maintenant pendant plusieurs heures, on n'observe aucun indice de transformation.

» A 700°, on observe une contraction brusque dont l'amplitude augmente d'abord avec la teneur en carbone, atteint un maximum pour l'acier contenant environ 0,85 de carbone, et diminue ensuite quand la teneur en carbone tend à augmenter.

» Le Tableau suivant donne les résultats obtenus sur quelques aciers :

Teneur en carbone.	Température du commencement de la contraction.	Température de la fin de la contraction.	Amplitude de la contraction.	Point critique a_1 de la méthode pyrométrique.
0,03	700°	700°	à peine	»
0,07	680	680	appréciable.	»
0,15	717	724	1,50	710
0,25	700	710	4,50	712
0,64	703	715	13,0	700
0,93	708	715	13,0	715
1,23	710	713	10,0	715
1,50	694	708	11,0	730
3,50	695	700	9,0	710

» Après cette contraction brusque on observe, en élevant graduelle-

ment la température, une zone de transformation plus étendue : la dilatation du métal recommence avec un coefficient beaucoup plus faible qu'avant la transformation, coefficient qui diminue rapidement quand la température s'élève, s'annule et devient négatif ; il se produit donc une nouvelle contraction, mais elle n'est pas brusque et se répartit sur un certain intervalle de température ; puis, à partir d'une température variable avec la nature de l'acier, la dilatation recommence avec les coefficients indiqués dans notre précédente Note.

» Cette deuxième période de transformation s'étend sur un intervalle de température d'autant plus étendu que la teneur en carbone est plus faible ; elle cesse d'être nettement observable pour les aciers contenant plus de 0.65 de carbone ; pour ces aciers, on n'observe donc nettement que la contraction brusque à 700° et au-dessus, il se produit seulement une légère déviation de la courbe de dilatation dont il n'est pas possible de fixer les limites exactement.

» Le Tableau suivant donne pour quelques aciers doux les limites de cette transformation.

Teneur en carbone.	Commencement de la deuxième période.	Température du maximum de dilatation.	Fin de la deuxième période.	Points critiques de la méthode pyrométrique (1). a_2	a_3
0.03	700	865°	890	770	890
0.07	680	803	865	770	875
0.15	724	790	840	770	845
0.20	715	740	815	770	825
0.25	710	»	790	770	805

» Ainsi, par la méthode dilatométrique, on observe dans les alliages fer-carbone deux transformations : l'une brusque, se produisant à 700° avec contraction de volume et qui correspond à l'absorption de chaleur observée au point critique a_1 dans la méthode pyrométrique ; la deuxième, graduelle, semblant correspondre à une contraction pour les aciers à moins de 0.85 de carbone et à une dilatation pour les aciers à plus de 0,85 de carbone, et prenant fin à une température voisine de celle du point critique a_3 de la méthode pyrométrique. Le point critique a_2, qu'on observe vers 750° par la méthode pyrométrique, ne correspond à aucune variation dans les phénomènes de dilatation.

(1) D'après Roberts-Austen.

» Les résultats contenus dans cette Note s'interprètent très complètement au moyen de l'hypothèse qui consiste à assimiler les transformations des systèmes fer-carbone aux environs de 800° à celles qui se produisent dans la solidification d'un mélange de deux corps ne donnant pas de cristaux mixtes. La transformation de 700° correspondrait à la résolution du mélange eutectique (perlite) de fer (ferrite) et de carbure de fer (cémentite). La transformation graduelle au-dessus de 700° correspondrait à la dissolution de la ferrite en excès (avec contraction) dans les aciers hypoeutectiques, de la cémentite en excès (avec dilatation) dans les aciers hypereutectiques. »

CHIMIE. — *Action de l'eau oxygénée sur l'oxyde de zinc.* Note de M. DE FORCRAND.

« I. Dès 1818, Thénard avait remarqué (¹) que l'oxyde de zinc pouvait se peroxyder en présence de l'eau oxygénée et il annonçait plus tard (²) que la dose d'oxygène ainsi fixée était un peu supérieure à la moitié de celle contenue à l'état de protoxyde.

» Ces faits ont été confirmés et précisés par M. R. Haass (³) et par M. Kouriloff (⁴).

» M. Haass a obtenu $ZnO^{1,58}$, $ZnO^{1,60}$ et $ZnO^{1,67}$, ce qui correspond à Zn^5O^8 et Zn^3O^5, mais il n'indique pas l'état d'hydratation de ces composés.

» M. Kouriloff, en opérant à chaud et à l'air libre, a trouvé

$$ZnO^{1,46} + 0,63H^2O,$$

et il propose d'admettre la formule $Zn^2O^3 + H^2O$. Mais son produit était carbonaté, ce qui rend incertain l'état d'hydratation de l'oxyde, et les analyses ne correspondent qu'à peu près à la formule.

» Ces résultats me paraissant manquer de netteté, j'ai repris ces expériences en cherchant à rendre le contact entre l'oxyde et l'eau oxygénée aussi intime et prolongé que possible, et en opérant à froid et à l'abri de l'air carbonaté.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, t. IX, 2e série, 1818, p. 55.
(²) *Traité de Chimie*, t. II, 6e édition, t. II, 1834, p. 292.
(³) *Berichte*, t. XVII, 1884, p. 2249.
(⁴) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXIII, 1891, p. 429.

» II. Dans une première préparation (12 heures d'agitation), l'échantillon qui était encore visiblement humide avait pour composition ([1]):

$$ZnO^{1,74} + 5,93\,H^2O \quad \text{ou} \quad Zn^4O^7 + 24\,H^2O \quad \text{ou} \quad Zn^4O^4 + 3\,H^2O^2 + 21\,H^2O$$

le lendemain ce même produit donnait à l'analyse :

$$ZnO^{1,74} + 1,63\,H^2O \quad \text{ou} \quad Zn^4O^7 + 6,5\,H^2O \quad \text{ou} \quad Zn^4O^4 + 3\,H^2O^2 + 3,5\,H^2O$$

le surlendemain :

$$ZnO^{1,75} + 1,27\,H^2O \quad \text{ou} \quad Zn^4O^7 + 5\,H^2O \quad \text{ou} \quad Zn^4O^4 + 3\,H^2O^2 + 2\,H^2O.$$

» Déjà ce premier essai montre que l'on peut dépasser, par ma méthode, le degré de suroxydation Zn^3O^5 obtenu précédemment; il fait voir aussi que la dessiccation prolongée pendant plusieurs jours ne diminue pas la quantité d'oxygène fixé; enfin il paraît montrer que l'on tend vers une limite de 5 ou 4 H^2O pour l'hydratation du Zn^4O^7 par la dessiccation à froid.

» III. J'ai cherché ensuite si cette composition Zn^4O^7 est une limite de suroxydation dans les conditions de l'expérience et s'il est possible d'obtenir des produits plus ou moins oxydés en faisant varier ces conditions.

» Dans ce but, j'ai augmenté la dose d'eau oxygénée mise en présence du protoxyde hydraté et j'en ai employé huit et neuf fois la quantité nécessaire pour transformer ZnO en ZnO^2. L'analyse des produits obtenus a donné :

$$ZnO^{1,765} \quad \text{et} \quad ZnO^{1,77}.$$

Quant au degré d'hydratation, il s'est fixé, au bout de cinq ou six jours de dessiccation à froid, à 1,17 et 1,07 H^2O, ce qui correspondrait aux formules :

$$Zn^4O^7 + 4,7\,H^2O, \qquad Zn^4O^7 + 4,3\,H^2O.$$

» On voit donc que la composition Zn^4O^7 est bien une limite de suroxydation, et que le degré d'hydratation paraît avoir lui-même pour limite 4 H^2O.

» Dans une autre expérience, conduite comme les deux précédentes, et prolongée pendant 12 heures, j'ai ajouté dans le flacon même une nouvelle dose d'eau oxygénée égale à la première; j'ai agité encore pendant

([1]) Le dosage de l'oxygène ajouté à celui du protoxyde se fait en dissolvant le composé dans l'acide sulfurique et titrant par le permanganate de potasse; le dosage de ZnO s'effectue par simple calcination.

12 heures, et recommencé une troisième fois la même opération. Le produit recueilli contenait encore $ZnO^{1,77}$, soit très sensiblement Zn^4O^7.

» On peut donc admettre l'existence d'une combinaison

$$Zn^4O^7 + 4H^2O \quad \text{ou} \quad Zn^4O^4 + 3H^2O^2 + H^2O.$$

» IV. Cependant si l'on soumet de nouveau à l'action d'un excès d'eau oxygénée le peroxyde $Zn^4O^7 + 5H^2O$ sec obtenu tout d'abord, on obtient une poudre qui, après une dessiccation encore incomplète, fournit :

$$ZnO^{1,91} + 3,44\,H^2O$$

» La même expérience faite avec $Zn^4O^7 + 4,7\,H^2O$ a donné :

$$ZnO^{1,98} + 2,58\,H^2O$$

c'est-à-dire une composition extrêmement voisine du ZnO^2; mais l'expérience a échoué avec le corps $Zn^4O^7 + 4,3\,H^2O$ qui, dans les mêmes conditions, a donné $ZnO^{1,77} + 1,46\,H^2O$, c'est-à-dire n'a pas fixé une nouvelle dose d'oxygène sur Zn^4O^7.

» Il résulte de là que l'on peut atteindre la composition ZnO^2, mais seulement en partant de Zn^4O^7 dans un certain degré d'hydratation qui doit être supérieur à $4,5\,H^2O$ environ et cependant inférieur à celui de l'oxyde très hydraté contenu dans les flacons. Ces particularités tiennent certainement aux états différents de polymérisation de ces divers oxydes ou peroxydes.

» V. En outre, ces peroxydes voisins de ZnO^2 sont extrêmement instables. Ainsi, par simple dessiccation à froid sous une cloche, en présence de P^2O^5, le produit $ZnO^{1,98} + 2,58\,H^2O$ est devenu $ZnO^{1,87} + 1,82\,H^2O$ au bout de 24 heures, perdant ainsi à la fois de l'oxygène et de l'eau.

» L'un d'eux ($ZnO^{1,91} + 3,44\,H^2O$) a été abandonné pendant un mois dans ces conditions et jusqu'à poids constant; sa composition étant alors : $ZnO^{1,69} + 0,69\,H^2O$, soit

$$Zn^3O^5 + 2H^2O \quad \text{ou} \quad Zn^3O^3 + 2H^2O^2.$$

» Enfin, le produit $Zn^4O^7 + 4,3\,H^2O$ a été chauffé à 100° jusqu'à poids constant, et l'on a obtenu

$$Zn^3O^5 + 3H^2O \quad \text{ou} \quad Zn^3O^3 + 2H^2O^2 + H^2O.$$

» VI. Il me paraît résulter de tous ces faits :

» 1° Qu'il n'existe pas d'oxyde intermédiaire entre ZnO et Zn^3O^5 et que, par conséquent, les produits obtenus par Thénard et par M. Kouriloff

sont des mélanges et qu'il en est de même de l'oxyde Zn^5O^8 décrit par M. Haass;

» 2° Qu'il existe trois degrés différents de peroxydation du zinc :

$$Zn^3O^5, \quad Zn^4O^7 \quad \text{et} \quad ZnO^2;$$

le premier est stable à 100°, le dernier est extrêmement instable à froid;

» 3° Ces corps sont tous hydratés et retiennent constamment au moins autant de molécules d'eau que d'atomes d'oxygène en excès, de sorte qu'ils peuvent être considérés aussi bien comme des combinaisons d'eau oxygénée et de protoxyde (anhydre ou hydraté) que comme des peroxydes hydratés. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau phosphate de soude.* Note de M. **H. Joulie**, présentée par M. Armand Gautier.

« MM. Berthelot et Louguinine ont reconnu que, pour saturer un équivalent d'acide orthophosphorique ($PO^5, 3HO$) (1) par la soude de manière à obtenir la neutralité de la liqueur pour le tournesol, il faut ajouter un équivalent et demi de soude, le point précis du virage restant un peu incertain.

» On sait aussi, par les recherches de A. Joly, que l'hélianthine vire du rouge au jaune lorsque l'acide orthophosphorique a reçu son équivalent de soude et que le virage de la phénolphtaléine exige, pour se produire, que la quantité de soude ait été portée à deux équivalents. L'hélianthine marque, par conséquent, la formation du phosphate monosodique ou phosphate acide et la phénolphtaléine, celle du phosphate disodique, dit *phosphate neutre*.

» L'action sur le tournesol qui rougit par le phosphate monosodique et bleuit par le disodique est donc intermédiaire entre les actions sur l'hélianthine et sur la phénolphtaléine.

» Il m'a semblé que je pouvais conclure de ces faits qu'il devait exister un phosphate intermédiaire entre les deux phosphates sus-mentionnés, lequel serait le phosphate sesquisodique, répondant à la formule

$$3NaO, 3HO, 2PO^5 \text{ en équivalents}$$

ou

$$P^2O^8, Na^3, H^3 \text{ en atomes.}$$

(1) En formule atomique, PO^4H^3.

» Pour essayer de le préparer, j'ai versé, sur du phosphate disodique cristallisé, la quantité d'acide phosphorique officinal (à 1,35 de densité) nécessaire pour produire une liqueur neutre au papier de tournesol, soit 210^{cm^3} pour 1^{kg} de phosphate ordinaire. La masse obtenue se liquéfie rapidement en faisant descendre le thermomètre à — 13°. C'est un vrai mélange réfrigérant.

» La liqueur, ramenée à la température de 15°, mesure un volume de 750^{cm^3} et marque 48° Baumé. Concentrée à pellicule et maintenue ensuite en vase clos dans une étuve à la température de 45° à 50°, elle laisse déposer des cristaux en prismes obliques, qui se forment lentement dans une eau mère de consistance sirupeuse épaisse.

» Séparés de l'eau mère par égouttage et lavés avec un peu d'eau distillée, ces cristaux ont pu être desséchés, pulvérisés et analysés. On leur a trouvé la composition suivante :

Acide phosphorique anhydre..................	53,00
Perte au rouge (eau)........................	11,50
Soude (par différence)......................	35,50
Total..........	100,00

» La formule du phosphate sesquisodique $P^2O^8Na^3H^3$ exigerait :

Acide phosphorique anhydre..................	54,198
Eau...	10,305
Soude.......................................	35,497

tandis que les formules des phosphates mono- et disodique exigent, à l'état sec :

	Monosodique.	Disodique.
Acide phosphorique.............	59,16	50,00
Eau...........................	15,00	6,34
Soude.........................	25,83	43,66

» Si le sel analysé contient un peu plus d'eau que pour la formule du phosphate sesquisodique, cela tient à la difficulté de le faire sécher à fond à 110° et aussi à l'eau mère interposée dans les cristaux.

» Ce sel est soluble dans l'eau, pour ainsi dire en toutes proportions. Sa solution concentrée à 1,50 de densité se conserve à la température ordinaire sans cristalliser ; elle est parfaitement neutre au tournesol. Séché et pulvérisé le sel n'attire pas l'humidité. Il n'est pas hygrométrique comme le phosphate acide et ne fixe pas d'eau de cristallisation comme le disodique.

» Au point de vue thérapeutique, le phosphate sesquisodique présente sur le disodique plusieurs avantages :

» 1° Il est beaucoup plus soluble dans l'eau et ses dissolutions concentrées sont plus facilement conservables sans cristalliser.

» 2° Il est actif à doses moindres : tonique à la dose de 1^g, laxatif à 5^g et purgatif à 10^g.

» 3° Sa saveur légèrement saline et neutre est peu désagréable.

» 4° Il pourra probablement être employé, pour injections hypodermiques, en solutions plus concentrées que le disodique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réduction des matières colorantes azoïques orthonitrées, production de dérivés substitués du phényl-pseudo-azimidobenzol.* Note de MM. **A. Rosenstiehl** et **E. Suais**, présentée par M. A. Haller.

« Par la réduction des matières colorantes azoïques dérivées de para- et de métanitramines, on peut obtenir à volonté les nitramines, les azoxyamines et les azoamines libres correspondantes [1] ou enfin les matières colorantes azoïques dérivées d'azoxyamines ou de phénylènediamines, selon la nature du réducteur employé. Les réactions sont nettes et souvent quantitatives, mais à la condition d'observer exactement les proportions et les températures indiquées par l'expérience.

» Avec les matières colorantes azoïques dérivées des orthonitramines, les choses se passent autrement. Que le réducteur soit la solution alcaline de glucose ou d'un sulfure, on n'obtient qu'un seul produit, peu sensible à un excès de l'agent réducteur.

» La réaction est générale. Nous l'avons constatée sur l'orthonitraniline et sur les orthonitrotoluidines isomères dont nous avons copulé les diazodérivés avec le phénol, l'acide salicylique, la résorcine, les naphtols α et β et leurs dérivés sulfoniques. Mais, pour en préciser le sens, nous avons étudié particulièrement les transformations du dérivé phénolique de la paratoluidine orthonitrée $C^6H^3.\underset{4}{(CH^3)}\underset{2}{(AzO^2)}\underset{1}{Az}=\underset{1}{Az}C^6H^4\underset{4}{(OH)}$ qui nous était plus facilement accessible.

» Quand la solution alcaline de ce corps, additionnée de glucose, ou de sulfure de sodium, est chauffée vers 50°, sa couleur rouge orangé pâlit, disparaît et la liqueur apparaît totalement décolorée. Les acides en précipitent, avec un rendement quantitatif, le composé $C^{13}H^{11}Az^3O^2$, qui fond à 240°-241°C.

» Son dérivé méthylé $C^{14}H^{13}Az^3O^2$ est insoluble dans les lessives alcalines et fond à 162°-163°C.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 985.

» En comparant ces formules brutes avec celle du point de départ $C^{13}H^{11}Az^3O^3$, on voit que le réducteur n'a enlevé qu'un seul atome d'oxygène.

» Par une nouvelle réduction, on enlève un deuxième atome d'oxygène; on emploie la poudre de zinc et une solution de soude caustique. Il ne se forme aucun produit amidé, sauf de petites quantités de crésylènediamine dues à une réaction plus avancée. Les acides précipitent de cette solution alcaline un corps qui, recristallisé dans l'alcool, fond à 217°-218° C.

» L'analyse lui assigne la composition $C^{13}H^{11}Az^3O$. Ce corps est remarquable par sa grande résistance à l'action réductrice du zinc en présence de soude caustique. Son dérivé méthylique fond à 102°-103° C. et l'analyse élémentaire conduit à la formule $C^{14}H^{13}Az^3O$.

» La réduction de ces matières colorantes azoïques orthonitrées se fait donc en deux degrés, sans que le groupe azoïque soit disloqué, ce qui les distingue des dérivés méta- et paranitrés correspondants. La constitution des nouveaux composés se déduit aisément des considérations suivantes :

» Ces corps ne renferment plus le groupe — Az = Az — caractéristique de la matière colorante, car ils sont incolores; leur solubilité dans la solution de soude caustique, propriété que ne possèdent plus les dérivés méthyliques, prouve qu'ils contiennent encore l'hydroxyle du phénol.

» Les rendements élevés obtenus et l'absence de produits secondaires prouvent qu'il ne s'agit pas ici du dédoublement caractéristique des matières colorantes azoïques.

» L'atome d'oxygène qui subsiste dans le premier degré de réduction est nécessairement uni à l'azote, ce qui est confirmé par le fait suivant : Pendant la combustion de ce composé dans le courant d'oxygène, il y a toujours un moment où il se dégage brusquement des vapeurs rouges.

» Le départ d'un atome d'oxygène du groupe AzO^2 a produit un vide de deux valeurs dans ce groupe; et comme, d'autre part, il y a un vide pareil dans le groupe $-\underset{|}{Az}-\underset{|}{Az}-$, et qu'il s'agit ici d'orthodérivés, qui sont, on le sait, caractérisés par leur facilité à contracter des liaisons intérieures, il en résulte que le corps

$$C^7H^6\begin{cases} Az = Az \,.\, C^6H^4(OH) \\ AzO^2 \end{cases}$$

devient

$$C^7H^6 \left\langle \begin{array}{c} Az \\ | \\ \underset{\underset{O}{\|}}{Az} \end{array} \right\rangle Az \,.\, C^6H^4(OH).$$

» La réduction ultérieure enlève cet atome d'oxygène uni à l'azote et le terme final est

$$C^7H^6\left\langle\begin{matrix}Az\\|\\Az\end{matrix}\right\rangle Az\,.\,C^6H^4(OH),$$

qui est l'oxyphénylpseudo-ortho-azimidotoluol, qui serait le produit de substitution du phénylazimidobenzol

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}Az\\|\\Az\end{matrix}\right\rangle Az\,.\,C^6H^5$$

de Gattermann et Wichmann (1), qui lui-même est le dérivé phénylique du pseudo-azimidobenzol de Ladenburg (2).

» La voie par laquelle nous sommes arrivés à ces dérivés de substitution est, à cause de la netteté des réactions, une méthode pratique générale pour l'obtention de ces corps. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la variation du pouvoir rotatoire dans les éthers-sels du bornéol gauche stable.* Note de MM. **J. Minguin** et **E. Grégoire de Bollemont**, présentée par M. A. Haller.

« La transformation de la fonction cétonique du camphre en fonction alcool secondaire introduit dans la molécule du bornéol un nouveau carbone assymétrique — $\overset{|}{\underset{|}{C}}OH$ qui permet de prévoir l'existence de quatre camphols stéréoisomères dont l'étude a été faite par M. de Montgolfier et par M. A. Haller.

» Pour étudier l'influence de la substitution de radicaux à l'atome d'hydrogène de OH, nous avons préparé, en partant de l'isomère gauche stable (bornéol de N'ghaï $\alpha_D = -38°,09$), une série d'éther-ssels dont les propriétés sont résumées dans le Tableau suivant :

---

(1) *Deut. chem. Ges.*, t. XXI, p. 1633.

(2) *Deut. chem. Ges.*, p. 219; 1876.

Nom des composés.	Poids molécul.	Point d'ébullition.	Poids subst. diss. d. 25^{cm^3} alcool absolu corresp. à 1/4 mol. dans 1000^{cm^3}.	Angle observé $\alpha =$ 1re série d'expér.	2e série d'expér.	Pouvoir rotatoire $\alpha_D =$
		°		° ′	° ′	°
Bornéol de N'ghaï.....	154	»	1,9000	»	-3	-38,09
Formiate de bornyle g.	182	215 (pres. ord.)	1,1375	-4.20	-4.28	-49
Acétate..............	196	223 (pres. ord.)	1,2250	-4.28	-4.30	-45,5
Propionate...........	210	235 (pres. ord.)	1,3125	-4.30	-4.34	-42,8
Butyrate.............	224	246°-247° (pres. ord.)	1,4000	-4.30	-4.36	-40,01
Isobutyrate..........	224	242°-244° (pres. ord.)	1,4000	-4.30	-4.36	-40,01
Monochloracétate....	230,5	263 (pres. ord.)	1,4406	-4.34	-4.30	-39,6
Valérianate..........	238	»	1,4875	»	-4.30	-37,4
Dichloracétate........	265	269-270 (pres. ord.)	1,6562	-3.56	-3.56	-29,6
Monobromacétate.....	275	265 (pres. ord.)	1,7187	-4.12	-4.14	-30,5
α-monobromopropionate	289	271-273 (pres. ord.)	1,8062	-3.52	-3.56	-26,8
Trichloracétate.......	299,5	276-277 (pres. ord.)	1,8718	-4.6	-4.8	-25,7
α-monobromisobutyrate	303	150 s. pr. réd. 19^{mm} merc.	1,8937	-4.10	-4.15	-27,5
α-monobromobutyrate.	303	168 pres. réd. 19^{mm}	1,8938	-4	-4	-26,4
Trichlorbutyrate.....	327,5	195 pres. réd. 19^{mm}	2,0468	-3.22	-3.26	-20,5
Laurate..............	336	250 pres. réd. 40^{mm}	2,1000	-4.40	-4.38	-27,7
αα-dibromopropionate..	368	190 pres. réd. 20^{mm}	2,3000	-3.44	-3.44	-20,2
Tribromacétate.......	433	point de fusion = 61°	2,7062	»	-4.8	-19,03

» Quelques-uns seulement de ces composés étaient connus. Le formiate d'α bornyle gauche et l'isovalérate correspondant ont été rencontrés dans l'essence de valériane par Bruylants [1].

» Les acétates des différents bornéols ont été étudiés par M. Baubigny [2] et par M. Haller [3]. Nous les avons tous obtenus en faisant agir successivement les divers acides sur le bornéol α gauche. Ces composés, à l'exception du tribromacétate, qui est cristallisé, se présentent à la température ordinaire sous la forme de liquides incolores, transparents et plus ou moins huileux. La plupart d'entre eux, et surtout les dérivés halogénés, se décomposent par la distillation ordinaire; par contre, une rectification sous pression réduite permet de les isoler facilement à l'état pur, ainsi que l'ont prouvé les analyses.

» Nous ne pouvons guère interpréter les résultats consignés dans le Tableau ci-dessus, en nous servant de la théorie de M. P.-A. Guye [4],

---

[1] *Bull. Acad. royale de Méd. de Bruxelles*, 3e série, t. XI.
[2] *Thèse*, Faculté des Sciences, Paris; 1868.
[3] *Comptes rendus*, t. CIX, p. 29.
[4] *Thèse* présentée à la Faculté des Sciences de Paris; 1891.

car la présence de chaînes fermées, la connaissance imparfaite de la constitution du camphre ne nous permettent pas de déterminer la position du centre de gravité et de là le produit d'asymétrie.

» Nous nous contenterons de faire remarquer que la transformation du bornéol en son éther formique produit une augmentation du pouvoir rotatoire en valeur absolue. Celui-ci, en conservant son signe, va ensuite, à part quelques légères discordances, en diminuant à mesure que le poids moléculaire augmente.

» Si l'on considère la série homologue : *formiate de bornyle, acétate, propionate, butyrate, isobutyrate, valérianate* et *laurate*, on constate que le quart du poids moléculaire de chacun de ces dérivés, dissous dans 25^{cm^3} d'alcool absolu, produit une déviation polarimétrique α sensiblement constante et égale à $4°30'$, ce qui revient à dire que *les pouvoirs rotatoires* α_D *sont, d'une façon approximative, inversement proportionnels aux poids moléculaires.*

» Les dichloracétate, monobromacétate, monobromopropionate, trichloracétate, monobromisobutyrate, monobromobutyrate, dibromopropionate et tribromacétate de bornyle, donnent lieu à la même remarque. La déviation polarimétrique est environ $4°8'$. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la séparation du galactose et du glucose par le* Saccharomyces Ludwigii. Note de M. **Pierre Thomas**, présentée par M. Roux.

« Tous ceux qui ont préparé du galactose en partant des produits d'hydrolyse du lactose ont constaté que la méthode ordinairement employée ne fournit qu'un rendement médiocre, qui d'après M. Maquenne atteint à peine la moitié du rendement théorique.

» M. Dienert a récemment fait connaître (*Ann. Institut Pasteur*, t. XIV, 1900, p. 141) un procédé de purification du galactose, basé sur l'emploi du *Saccharomyces Ludwigii*. Cette levure fait facilement fermenter le glucose, mais n'attaque pas le galactose qui est ainsi débarrassé de sa principale impureté. Dès lors, il était naturel de penser que le *S. Ludwigii* introduit dans le mélange de glucose et de galactose qui constitue le lactose interverti, ferait fermenter le glucose et laisserait du galactose facile à isoler à l'état pur. C'est en effet ce que j'ai obtenu en opérant de la façon suivante :

» On prépare la quantité de levure nécessaire en ensemençant celle-ci dans un cer-

tain nombre de ballons de 1500^{cm^3} contenant 400^{cm^3} à 500^{cm^3} de milieu nutritif (eau de levure ou eau de touraillons) à 5 ou 6 pour 100 de saccharose, préalablement stérilisé. La fermentation est terminée au bout de 5 à 6 jours à l'étuve à 25°; on doit agiter souvent de manière à aérer la levure et à faciliter sa prolifération.

» Lorsque le liquide s'éclaircit, la levure forme au fond du ballon une couche assez adhérente. On décante alors complètement le liquide surnageant et on le remplace par 1000^{cm^3} de solution de lactose interverti, stérilisée par l'ébullition.

» Cette solution est préparée en dissolvant à chaud 1000^g de lactose dans 4^l d'eau, ajoutant 60^g d'acide sulfurique concentré et portant à l'autoclave à 106°-107° pendant 1 heure. On sature alors l'acide sulfurique par du carbonate de chaux, on filtre, on ajoute un excès d'eau de baryte et l'on sature finalement par un courant d'acide carbonique. Le liquide filtré est amené au volume de 8^l; c'est cette solution, contenant environ 13 pour 100 de sucre, qui est versée par portions de 1^l dans les ballons contenant la levure.

» La fermentation est lente, même à l'étuve à 25°; on peut en suivre les progrès à l'aide du polarimètre et de la liqueur de Fehling. Après 10 jours environ, la rotation ne diminue plus, le pouvoir réducteur non plus. On agite alors le liquide avec quelques centimètres cubes de toluène, ce qui permet d'obtenir du premier coup par filtration un liquide limpide. Ce liquide est concentré dans le vide jusqu'à consistance de sirop clair, et versé alors dans 2^{vol} d'alcool à 96° tiède. Il se forme un trouble dû à la précipitation des matériaux excrétés par la levure pendant la fermentation. On filtre, on distille l'alcool, et le sirop, amorcé avec un cristal de galactose pur, cristallise du jour au lendemain. On lave à l'alcool à 90°, ou mieux à l'alcool méthylique, et l'on essore à la trompe.

» Le rendement en cristaux secs atteint 85 pour 100 du rendement théorique (1). Le galactose obtenu fond à 165°-166°, et a un pouvoir rotatoire de $[\alpha]_D = +77°,64$ à 15°. Il n'est donc pas complètement pur, mais la faible quantité de glucose qu'il renferme est beaucoup moindre que celle que l'on trouve dans le galactose pur du commerce qui présente souvent un pouvoir rotatoire inférieur à 73°. Il est du reste facile de le purifier complètement par un nouveau traitement avec le *S. Ludwigii*.

» Si on laisse le liquide en contact avec la levure après que la fermentation semble arrêtée, il y a encore une légère diminution du pouvoir rotatoire. La rotation qui, après dix jours, était de 10°30′, était de 10°28′ après 20 jours. Peut-être les dernières traces de glucose s'éliminent-elles lentement à la longue, mais cet avantage est balancé par un inconvénient sérieux : le liquide dans lequel la levure a macéré trop longtemps se charge de produits d'excrétion azotés qui rendent la purification du galactose plus difficile et diminuent par suite le rendement.

» Bien que j'aie pris la précaution de faire pousser la levure dans des milieux très

---

(1) J'ai obtenu un rendement de 89 pour 100 dans une opération.

riches en matières azotées, de façon à augmenter sa teneur en azote, on conçoit qu'elle s'appauvrit très vite lorsqu'on lui donne à fermenter une solution de sucres dans l'eau pure; il en résulte un ralentissement de son activité qui explique pourquoi elle n'arrive pas dans ces conditions à consommer les dernières traces de glucose.

» J'ai essayé d'additionner le liquide sucré de matières nutritives, eau de levure, maltopeptone ([1]), etc.; après fermentation, le liquide était traité par le sous-acétate de plomb et le plomb en excès précipité exactement par l'acide sulfurique. J'ai obtenu dans ce cas un rendement plus faible (67 pour 100); le pouvoir rotatoire atteignait $+ 79°$.

» J'ajouterai qu'il est essentiel de préparer la levure dans un milieu saccharosé. Si l'on emploie un milieu glucosé, une partie du galactose disparaît, et si l'on arrête la fermentation (qui est alors beaucoup plus active) après quelques jours, on peut obtenir, après un traitement analogue à celui décrit plus haut, de 60 à 70 pour 100 d'un galactose très impur, car son pouvoir rotatoire atteint à peine $+ 70°$. Dans ce cas, la levure s'est acclimatée au galactose ([2]). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Étude de la fermentation lactique par l'observation de la résistance électrique.* Note de MM. **Lesage** et **Dongier**, présentée par M. Lippmann.

« L'appareil d'Ostwald ([3]), qui permet la mesure de la résistance électrique des liquides par le procédé de Kohlrausch, peut être utilisé pour l'étude du lait. On peut suivre ainsi, d'une part les modifications, non apparentes à l'œil, qui se produisent dans le lait depuis la traite jusqu'à l'apparition de la coagulation spontanée et, d'autre part, la progression de la fermentation après coagulation.

» Les déterminations sont toujours effectuées à la même température. L'observation, après chaque série de mesures, d'une solution titrée de chlorure de potassium au $\frac{1}{50}$ normal, sert de contrôle à l'exactitude et à la précision des nombres obtenus et permet le calcul des valeurs de la résistance spécifique ou résistivité ([4]), d'après les résultats établis par M. Bouty et M. Kohlrausch.

([1]) Extrait de touraillons commercial.

([2]) Dienert, Travail cité.

([3]) Construit par M. Fritz Köhler, mécanicien du laboratoire d'Ostwald, à Leipzig.

([4]) Résistance électrique d'une colonne de liquide de 1^{cm^2} de section et de 1^{cm} de longueur.

» Il était important d'étudier le lait de vache frais, non mouillé, non débeurré. L'examen d'un grand nombre de laits, pris au hasard, à Paris, dans les crémeries, nous a permis, en effet, de constater des écarts appréciables, quoique relativement faibles, dans les valeurs de la résistivité; ces valeurs, pour la température de 16°,7, à laquelle nous avons fait toutes les mesures, oscillent entre 230 ohms et 275 ohms ([1]).

» Si l'on observe, quelques heures après la traite, des laits d'origines connues et sûres, les variations sont moins étendues et sont comprises entre 235^{ω} et 265^{ω} (limites extrêmes). La moyenne générale est de 250^{ω}.

» Enfin le lait d'une même vache, observé journellement pendant quatre mois, a varié dans des limites plus étroites : 245^{ω} à 265^{ω}.

» Nous avons étudié les variations de résistivité de ces divers échantillons, abandonnés à la température ordinaire du laboratoire; celle-ci variant entre 10° et 15°, la fermentation lactique s'effectue avec une certaine lenteur.

» La diminution de la résistance est progressive et la rapidité de la variation change suivant que le lait est conservé en bouteille fermée ou en bouteille ouverte.

» *Exemple :*

	Lait frais, initial.	Après 24 heures.	Après 48 heures.	Après 4 jours.
En bouteille ouverte.	254^{ω}	218^{ω}	202^{ω}	172^{ω} (coagulation totale).
En bouteille fermée..		236^{ω}	228^{ω}	182^{ω} (début de la coagulation).

» Tous les échantillons observés présentent une marche analogue et subissent la coagulation spontanée entre 185^{ω} et 175^{ω}, et cela *quelle que soit la résistance initiale du lait.*

» La coagulation étant effectuée, si l'on conserve le lait en bouteille fermée, la fermentation subit un temps d'arrêt que nous avons vu durer un mois.

» *Exemple :*

Lait initial.	Après 2 jours.	3 jours.	8 jours.	15 jours.	Un mois.
253^{ω}	212^{ω}	180^{ω} (début de la coagulation).	179^{ω}	178^{ω}	176^{ω}

» La conductibilité augmente si l'on observe le lait coagulé en bouteille ouverte; l'évaporation légère, qui tend à diminuer la résistance de l'air, ne suffit pas à expliquer les abaissements observés.

([1]) Ces différences correspondent, en réalité, à une très faible variation saline.

Elles paraissent dues à différentes causes (diversité de la provenance, fermentation en évolution, débeurrage, etc.).

Le mouillage par l'eau de source ou l'eau de Seine fait naturellement monter la résistivité. Nous avons constaté les augmentations suivantes :

Mouillage au $\frac{1}{10}$	de 15^{ω}	à 20^{ω}
» au $\frac{1}{3}$	de 65	à 70
» au $\frac{1}{2}$	de 73	à 100

» *Exemple :*

Lait initial.	Après 48 heures.	3 jours.	8 jours.	15 jours.
253^{ω}	179^{ω} (coagulé).	162^{ω}	154^{ω}	146^{ω}

» Cependant la fermentation tend à se ralentir; la caséine compacte forme, en effet, une paroi qui gêne l'accès de l'air auprès du petit-lait.

» Après décantation ou filtration, la résistance du petit-lait continue à diminuer, surtout en présence de l'air.

» Le lait précédent, coagulé et émulsionné, donne 179^{ω}. Le petit-lait, qui passe par filtration, est à 158^{ω}. Il fournit :

	Après 2 jours.	5 jours.	6 jours.
En bouteille ouverte.......	118^{ω}	105^{ω}	93^{ω}
En bouteille fermée........	146^{ω}	142^{ω}	141^{ω}

» Le chiffre le plus bas que nous ayons obtenu pour le petit-lait est 83^{ω}.

» L'observation de la résistance électrique permet donc de suivre les fermentations sur la marche desquelles elle est susceptible de donner des renseignements intéressants et utiles. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution des formations branchiales chez les Couleuvres.* Note de MM. A. Prenant et G. Saint-Remy, présentée par M. Y. Delage.

« L'évolution des dérivés branchiaux chez les Ophidiens n'a été étudiée jusqu'ici que par Van Bemmelen (*Zool. Anz.*, t. IX, 1886) : nous l'avons suivie plus complètement chez *Coluber Æsculapii* H. et *Tropidonotus natrix* L.

» *Poches I et II.* — Nous les avons trouvées ouvertes au dehors dans les stades jeunes. L'épithélium dorsal se déprime en une évagination constituant un petit élargissement terminal quand l'orifice se ferme. Ce cul-de-sac s'isole ensuite du tégument par la régression de la lame épithéliale qui l'y rattache, grâce à un processus que nous avons déjà décrit pour les formations cordales et qui mérite le nom de *désagrégation conjonctive* (transformation des cellules en éléments conjonctifs). L'épithélium dorsal du cul-de-sac prolifère et donne un bourgeon faisant saillie dans la cavité, constitué, ainsi que l'épithélium voisin, par des cellules plus petites et plus colorables que le reste de la paroi. Ce bourgeon entre tout de suite en régression : une partie de ses éléments se détruisent, les autres deviennent des cellules claires identiques à celles du pharynx et concourent à rétrécir le cul-de-sac. Bien avant l'éclosion, il a disparu complètement.

» *Poche III.* — Le plus souvent fermée dans nos jeunes stades, elle présente à son extrémité une très grosse dilatation dorsale. Cette région terminale renflée s'isole par

régression conjonctive des parties qui la relient au pharynx et au tégument. On a ainsi une ébauche vésiculeuse qui correspond au fond des deux premières poches. L'épithélium dorsal prolifère et donne, comme dans celles-ci, un bourgeon de même caractère qui envahit la cavité et la comble en partie; puis ses éléments dégénèrent et finalement l'ébauche constitue une masse de grandes cellules épithéliales peu colorées, creusée d'une faible cavité. Un peu avant l'éclosion chez *T.*, elle se montre multilobée, grâce à des cloisons conjonctives.

» *Poche IV.* — Nous ne l'avons jamais trouvée ouverte, ni même en relation avec l'épithélium tégumentaire. Chez nos plus jeunes embryons c'est un grand diverticule transversal, à paroi épaisse et régulière, de l'angle inférieur du pharynx, étroit à l'origine, se dilatant graduellement en une vésicule dans sa portion distale. L'angle du pharynx s'allonge ensuite en un pédoncule antéro-postérieur plein qui entraîne les poches IV et V. La portion proximale de la poche IV forme un pédicule transversal qui subit la désagrégation conjonctive; la portion distale constitue une vésicule grossièrement piriforme dont la pointe interne se sépare en un lobule. La partie principale forme l'*ébauche thymique IV* : c'est une grosse masse épithéliale qui s'accroît en direction centrifuge, tandis que sa cavité est comblée par un processus intéressant : des cellules détachées de la paroi y flottent libres, s'y multiplient et, offrant les mêmes caractères que les éléments de l'ébauche, font disparaître toute trace de la cavité. A l'éclosion, le thymus IV (th. antérieur) est une masse pleine, vascularisée, formée de très petites cellules pauvres en protoplasma; deux mois après, il n'offre pas encore les différenciations observées chez l'adulte.

» Le lobule interne grossit et réduit ou efface sa cavité : il constitue à la naissance une *glandule parathymique IV*, formée de cellules peu colorables et conservant ce caractère chez l'adulte où l'organe est divisé en lobules par des lames vasculaires; il peut même se segmenter.

» *Poche V.* — C'est aussi un diverticule de l'angle inférieur du pharynx, en arrière et au-dessous de la poche IV : elle évolue d'une façon identique pour donner un *thymus V* (th. postérieur), sauf que sa portion proximale ne donne pas un lobule interne : mais on peut observer la persistance en ce point d'un petit nodule de grandes cellules pâles, parfois avec une lumière, représentant une *glandule parathymique V avortée.*

» *Évagination post-branchiale.* — Dépression cupuliforme, située en dedans de l'origine de la poche V; elle est entraînée en arrière et forme une vésicule de hautes cellules claires, située à l'extrémité du long pédoncule dû à l'allongement de l'angle du pharynx. La régression conjonctive de ce pédoncule et du pédicule transversal V, inséré sur elle, la laisse isolée, au niveau de la région antérieure de l'ébauche thymique IV chez *C.*, en un point variable, différent même pour les deux côtés d'un individu chez *T.*, où elle offre encore une grande diversité de forme. Avant l'éclosion, elle grossit seulement et sa paroi acquiert plusieurs assises; deux mois après, l'organe n'a pas encore sa structure définitive.

» Nous trouvons donc trois sortes de formations dérivées des poches branchiales proprement dites : 1° des bourgeons pleins produits par l'épaississement de la paroi d'une évagination dorsale : ces bourgeons épithéliaux apparaissent transitoirement dans les poches I, II et III. On peut

se demander si les éléments qui se détachent de la paroi et se multiplient dans la cavité des ébauches thymiques ne sont pas comparables à ces bourgeons; 2° des ébauches creuses produites par l'évolution de toute la paroi du cul-de-sac formant le fond de la poche, les épithéliums dorsal et ventral prenant une part égale à leur constitution. Les poches III, IV et V donnent chacune une telle ébauche vésiculaire terminale : dans les poches IV et V, elle devient un thymus proprement dit; dans la poche III, elle produit une glande morphologiquement homologue à un thymus, mais très différente de structure; 3° des ébauches creuses provenant d'un petit segment de la région moyenne de la poche. Cette ébauche vésiculaire proximale se forme dans la poche IV, où elle donne une glandule, et à l'état rudimentaire dans la poche V. »

BOTANIQUE. — *Étude d'une Hépatique à thalle habité par un champignon filamenteux.* Note de M. J. BEAUVERIE, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On a constaté, dans des cas encore assez rares, la présence de filaments mycéliens dans l'intérieur du thalle d'Hépatiques du groupe des Jungermanniacées. Citons la brève étude de Janse sur une espèce javanaise, le *Zoöpsis*, et les recherches anatomiques et expérimentales de Nèmec sur le *Mycorhiza* de *Calypogeia Trichomanes* et *Jungermannia bidentata*. Cet auteur pense que l'infection est commune chez les Jungermanniacées, rare chez les Marchantiacées. Stahl essaye d'expliquer, par des raisons d'ordre physiologique, les préférences du champignon. Celui-ci exige beaucoup d'eau; aussi la plante doit-elle réduire sa transpiration pour conserver l'eau qui lui est nécessaire; elle y arrive en fabriquant des hydrates de carbone solubles (sucres, etc.) au lieu d'amidon. Par suite, les plantes riches en sucres peuvent être mycotrophes; celles qui sont riches en amidon sont autotrophes. Les Jungermanniacées seraient dans le premier cas; les Marchantiacées dans le second.

» Nous avons cependant constaté qu'une Marchantiacée, *Fegatella conica*, est, à l'état végétatif, presque constamment et largement infestée par un champignon filamenteux.

» Voyons quelle est la localisation de l'endophyte.

» Il pénètre dans l'intérieur des poils rhizoïdes lisses qui se trouvent au niveau de la nervure, soit par leur extrémité, soit en un point quelconque. Une protubérance se

produit généralement au point de pénétration. Les filaments contractent fréquemment entre eux des anastomoses à l'intérieur des poils; de là, ils gagnent rapidement, sans se diviser, une zone plus interne où ils se ramifient beaucoup et remplissent les cellules. Ils manquent au niveau du point végétatif. Au centre de la nervure se trouve un tissu plus ou moins collenchymateux suivant l'habitat, fréquemment troué de canaux arrondis : c'est autour de ce tissu central, dans une zone bien délimitée, que se localise le champignon. Les parois cellulosiques des cellules prennent une couleur violacée intense, dans les régions envahies.

» On peut reconnaître microscopiquement l'abondance plus ou moins grande du champignon, à la couleur plus ou moins sombre de la nervure. Dans les portions les plus âgées du thalle, le mycélium peut envahir tous les tissus aux dépens desquels il vit dès lors en saprophyte; il se trouve à ce moment, en compagnie d'autres champignons saprophytes. Nous avons aussi rencontré des poils rhizoïdes remplis de filaments d'Algues cyanophycées.

» Considérons maintenant le champignon au point de vue de sa morphologie et de son identité.

» Il est constitué par des filaments cloisonnés, de taille très variable, qui courent parallèlement à la longueur du thalle; ils traversent les membranes des cellules en les perforant et en subissant eux-mêmes un étranglement, ou en utilisant les ponctuations lorsqu'elles existent. Ces filaments produisent :

» 1° Fréquemment des vésicules terminales qui peuvent remplir la cavité de la cellule. Leur contenu est d'abord homogène, puis il se différencie en corps réfringents arrondis ou anguleux; il présente toujours les réactions des substances albuminoïdes. Il s'y joint parfois des gouttelettes huileuses. On peut trouver ces vésicules dans le sol, sur des filaments qui sont en continuité avec ceux qui occupent les poils rhizoïdes. Dans les portions âgées du thalle en voie de décomposition, les vésicules épaississent leur membrane et survivent à l'hôte. Ce sont des organes de conservation, remplis de substances de réserve.

» 2° Des cellules renflées en boules, plus petites que les vésicules, quelquefois isolées à l'extrémité de filaments et occupant en grand nombre les cellules de l'hôte, ou bien en files plus ou moins longues constituant des sortes de chapelets. Ces dernières formations se trouvent dans les poils rhizoïdes. Elles sont analogues aux mégalospores ou chlamydospores décrites par Wahrlich, Vuillemin, Chodat et Lendner, Bernard, chez des endophytes de Phanérogames.

» 3° Enfin, les filaments mycéliens ont produit parfois, dans l'intérieur même des poils rhizoïdes, des conidies de *Fusarium*. Le champignon appartient donc indubitablement à ce genre, il n'a pas perdu la faculté de se reproduire même au moyen de ses spores ordinaires. La production de spores de *Fusarium*, dans l'intérieur de l'hôte, n'a pas encore été signalée, à notre connaissance, du moins.

» En milieux artificiels, le champignon conserve une remarquable ten-

dance à produire des vésicules et donne des spores de *Fusarium*. Nous n'avons pas encore obtenu de sclérotes, ni périthèces qui puissent être rapportés avec certitude à l'endophyte.

» Considérons maintenant cette association au point de vue biologique. Il n'est pas douteux qu'elle profite aux deux êtres associés et que nous ayons affaire à un cas de symbiose. Tandis qu'un parasite ordinaire apporte un trouble dans la végétation de l'hôte, la plante que nous étudions végète et se reproduit sans subir de dommages. Les individus les plus vigoureux sont ceux qui sont le plus abondamment infestés. L'infection est nettement liée à l'existence de l'humus, elle est d'autant plus prononcée que celui-ci est plus abondant. Si l'humus fait défaut, le mycélium manque et l'Hépatique n'atteint que des dimensions relativement faibles. Ces faits peuvent suffire à établir la mycotrophie du *Fegatella* aux dépens de l'humus. Voici, de plus, quelques expériences :

» Nous avons fait végéter pendant quelque temps en vase clos, dans une atmosphère riche en acide carbonique afin que l'assimilation chlorophyllienne puisse se faire avec toute son intensité, un certain nombre de thalles infestés. Le tout était exposé à la lumière du jour. L'acide carbonique était dosé au commencement et à la fin de l'expérience, à l'aide de l'appareil de MM. Bonnier et Mangin. Nous avons constaté qu'il y avait toujours dégagement d'acide carbonique. La respiration l'emporte de beaucoup sur l'assimilation chlorophyllienne. La chlorophylle paraît donc être ici peu active. Il ne serait pas surprenant que l'existence du champignon dans la plante soit venue modifier la composition de la chlorophylle et troubler ses propriétés. Il paraît donc vraisemblable que la plante tire de l'humus, par l'intermédiaire du champignon, une partie du carbone qui lui est nécessaire, ainsi que les substances azotées que réclame son alimentation.

» Il y a donc dans le cas de l'association d'un *Fusarium* et de *Fegatella conica*, que nous venons d'étudier, une symbiose évidente.

» La vie de l'Hépatique en question peut être en grande partie saprophyte, aux dépens de l'humus, par l'intermédiaire du champignon. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur une Parkériée fossile*. Note de M. B. Renault, présentée par M. Bornet.

« Dans une Note précédente [1] j'ai rappelé que les grandes classes de Cryptogames : Équisétacées, Lycopodiacées, Fougères, avaient eu aux

[1] *Comptes rendus*, 21 octobre 1901 : *Sur quelques Fougères hétérosporées*.

époques anciennes de nombreux représentants, s'étant reproduits au moyen de microspores et de macrospores; que les Fougères entre autres, comprenant les Fougères sans anneau (*Eusporangiées*) et les Fougères avec anneau (*Leptosporangiées*), avaient eu des Familles hétérosporées. J'ai décrit un *Pecopteris asterotheca* dont les sporanges renfermaient deux sortes de spores. Les *Pecopteris* sont rangés dans la famille des Marattiées, par conséquent font partie des Eusporangiées.

» Dans cette nouvelle Note j'appellerai l'attention sur une autre Famille, mais qui appartient au groupe des Leptosporangiées; les diverses préparations figurées ont été tirées des silex de Grand'Croix, près Saint-Étienne, qui appartiennent à la base du terrain houiller supérieur.

» Les figures 1, 2 et 3 représentent des sporanges, encore en place sous les bords recourbés de pinnules coupées transversalement ou détachés, on distingue les cellules de l'anneau qui entoure presque complètement le sporange en passant par son plan principal.

» Les sporanges, légèrement pédicellés piriformes, longs de 450^{μ} et larges de 350^{μ} sont voisins sans être soudés (*fig.* 4); cette figure représente une coupe faite parallèlement au limbe d'une pinnule.

» A l'intérieur on voit de nombreuses spores se montrant sous deux aspects différents; les unes globuleuses, *trigones* (*fig.* 5, MA), ont une exospore épaisse, *lisse*, marquée des trois lignes radiantes figurant non des côtes en relief des Parkériées, mais les fentes de déhiscence des macrospores; elles mesurent de 31^{μ} à 47^{μ}, suivant leur petite et grande longueur. Dans les *mêmes* sporanges on remarque d'autres spores aplaties (*fig.* 5, 6, MI), triangulaires; l'exospore est épaisse, de couleur foncée, sculptée d'un réseau superficiel polygonal dont les mailles mesurent 7^{μ} à 8^{μ} de côté. Quelquefois le réseau paraît déchiré, mais nous n'y avons pas distingué les trois lignes radiantes si nettes sur les spores de la première catégorie. Les deux espèces de spores paraissent réunies dans les mêmes sporanges (*fig.* 3, 5) ou dans les groupes de spores provenant de la déhiscence de ceux-ci (*fig.* 6, 7).

» La forme des sporanges, pédicellés, la disposition de l'anneau dirigé suivant le plan principal, la forme trigone des spores, les ornements de l'exospore, nous ont conduit à rapprocher cette nouvelle espèce de Fougères fossiles des Parkériées, quoique jusqu'ici on n'ait pas encore signalé de microspores ni de macrospores dans les genres vivants *Parkeria*, *Ceratopteris*, de cette famille. Mais, peut-être comme pour les Marattiées, il n'en était pas de même aux époques anciennes. Pour indiquer ce rapprochement, nous lui avons donné le nom *Parkerioidea stephanensis*.

» Actuellement les spores asexuées des Fougères produisent un prothalle sur lequel se développent des archégones, des anthéridies; le stade prothallaire est une complication dans l'acte de la reproduction; pendant son évolution, les causes d'arrêt, d'avortement, de destruction peuvent se ren-

Fig. 1.

N

SP

A

Fig. 2.

L

F

SP

DS

Fig. 4.

SP

Fig. 3.

A

MI

F

Fig. 5.

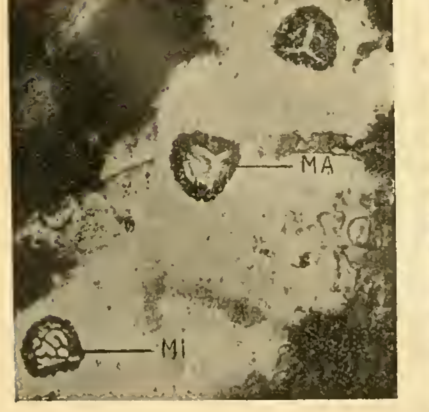


Fig. 6.



Fig. 7.



contrer et par conséquent nuire à la multiplication du végétal. La simplification est donc, ici, un véritable perfectionnement.

» L'absence d'un prothalle issu d'une spore asexuée *chez un grand nombre* de Cryptogames anciennes, supprimant l'une des phases dangereuses de la reproduction, a pu, en dehors des circonstances climatériques, être une des causes de l'exubérance de ces plantes aux époques géologiques primaires.

» *Conclusions :* 1° La famille des Parkériées remonte à l'époque de la houille; 2° ses représentants étaient hétérosporés. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur les modifications du sang et du sérum conservés aseptiquement à l'étuve. Fonction lipolytique du sang.* Note de MM. **Maurice Doyon** et **Albert Morel**, présentée par M. A. Chauveau.

« M. Hanriot [1] a découvert dans le sang et dans le sérum un ferment qui saponifie les éthers à acides organiques et en particulier les corps gras surajoutés. D'après M. Hanriot, ce ferment, auquel il a donné le nom de lipase, préexiste dans le plasma. M. Arthus [2] critique les conclusions de M. Hanriot en restreignant l'action de ce ferment saponifiant au dédoublement de la monobutyrine, à l'exclusion des autres éthers de la glycérine. M. Hanriot [3] maintient ses conclusions et cite une expérience très nette prouvant que le ferment qu'il a découvert saponifie les corps gras.

» MM. Cohnstein et Michaelis [4] ont fait des recherches qui viennent confirmer l'existence de la fonction lipolytique du sang découverte par M. Hanriot, mais leurs conclusions diffèrent de celles du chimiste français en ce qu'ils considèrent la fonction lipolytique comme liée à l'existence des globules, bien que d'après eux cette fonction puisse encore être mise en évidence après la destruction des globules.

» M. Weigert [5] a des conclusions qui s'écartent encore plus de celles de M. Hanriot; d'après lui : 1° il existe dans le sang des substances solubles dans l'éther dont la quantité diminue à l'étuve, mais cette diminution

(1) Hanriot, *Sur la lipase* (*Arch. de Physiologie*, p. 805; 1898).
(2) Arthus, *Sur la monobutyrinase* (*Journal de Physiologie;* 1902).
(3) Hanriot, *Sur la lipase* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*; 1902).
(4) Cohnstein et Michaelis, *Arch. de Pflüger*, t. LXV, p. 473 et t. LXIX, p. 76.
(5) Weigert, *Arch. de Pflüger*, t. LXXXII, p. 86.



de l'extrait éthéré n'a lieu que dans les globules et non dans le plasma; 2° la substance soluble dans l'éther qui diminue n'est pas de la graisse; 3° dans les globules, comme dans le plasma, il semble se passer un phénomène chimique capable de faire augmenter l'extrait éthéré.

» La question de la lipolyse est donc encore très embrouillée et il est difficile de se faire une opinion à son sujet.

» Nous nous sommes proposé de fixer quelques points qui nous ont paru particulièrement intéressants.

Méthode de recherche.

» I. *Prise et conservation des échantillons.* — Nous recueillons aseptiquement du sang ou du sérum centrifugé ou non et nous divisons les prises en échantillons que l'on dose immédiatement et en échantillons que l'on place à l'étuve à 37° dans des vases de verre chimiquement propres et stérilisés.

» Les échantillons placés à l'étuve sont vérifiés soigneusement au point de vue bactériologique. Nous ne considérons comme valables et nous ne publions que les résultats donnés par des échantillons absolument aseptiques.

» II. *Dosages.* — Nous faisons l'extrait alcoolique (alcool à 95°) du sang ou du sérum, puis nous y dosons, en suivant les procédés indiqués par M. Duclaux [1] : 1° l'extrait éthéré; 2° les substances solubles dans l'éther absolu : acides gras libres, acides gras combinés à l'état d'éthers; 3° les substances insolubles dans l'éther absolu, mais solubles dans l'eau : savons, glycérine.

» *Exemples des résultats obtenus.* — Nous citerons les résultats de deux des expériences qui nous ont servi à établir nos conclusions, pour montrer dans quelles limites le sang ou le sérum sont modifiés.

I. — *Sang de chien rendu incoagulable par une injection de peptone* [2].

	Extrait éthéré.	Acides gras combinés à l'état d'éthers.	Acides gras combinés à l'état de savons.	Acides gras libres.	Glycérine libre.
A l'origine	5,752 g	4,234 g	0,531 g	0,320 g	néant.
Après 96 heures à l'étuve à 37° en présence de l'air	2,02	0,70	0,816	0,507	néant.
Après 96 heures à l'étuve à 37° dans le vide	5,224	4,200	0,572	0,333	néant.

(1) Duclaux, *Traité de Microbiologie*, t. IV, p. 680.

(2) Au bout de quelques heures, à l'étuve, le sang s'est coagulé.

II. — *Sérum de cheval recueilli 20 heures après la saignée* (¹).

		Extrait éthéré.	Acides gras combinés à l'état d'éthers.	Acides gras combinés à l'état de savons.	Acides gras libres.	Glycérine libre.
		g	g	g	g	
Sérum non centrifugé.	A l'origine......	4,23	3,05	0,21	0,40	néant.
	Après 144 heures à l'étuve à 37°.	1,94	0,77	0,55	0,98	néant.
Sérum centrifugé.	A l'origine......	3,96	2,95	0,29	0,53	néant.
	Après 144 heures à l'étuve à 37°.	3,85	2,78	0,29	0,50	néant.

» *Conclusions.* — I. Dans le sang (sang de chien ou sang de cheval normaux), recueilli aseptiquement et conservé aseptiquement à l'étuve à 37°, l'extrait éthéré et les acides gras combinés à l'état d'éther (graisses, lécithines, éthers de la cholestérine, etc.) diminuent.

» II. Cette diminution des éthers existant dans le sang ne s'accompagne pas d'augmentation en quantité équivalente de l'acidité du sang, de la glycérine, des acides gras libres ou à l'état de savons.

» III. La diminution des éthers existant dans le sang ne s'effectue qu'en présence d'oxygène; elle n'a pas lieu dans le vide.

» IV. La diminution des éthers que nous décrivons est liée à l'existence des globules du sang. En effet, elle a encore lieu quoique diminuée dans le sérum recueilli à la suite de la coagulation et contenant encore des globules. Elle n'a pas lieu, ou elle est au moins extrêmement faible dans le sérum débarrassé de globules par la centrifugation. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Du volume en Urologie. Volume type et coefficient dynamique.* Note de M. J. **Winter**.

« J'ai dit, dans ma précédente Note (²), que le travail d'épuisement du plasma sanguin par le rein est proportionnel à $Sc_0 \text{ Log nat } \frac{S}{S-V}$ pour une révolution sanguine.

(¹) Pendant la coagulation le sang a été maintenu à 8°-12°.

(²) *Comptes rendus*, 3 mars 1902.

» Dans la pratique courante on n'examine que des mélanges d'urines de n révolutions. Le travail correspondant est alors $n\mathrm{S}c_0 \log \frac{n\mathrm{S}}{n\mathrm{S}-\mathrm{V}}$, ou $n\mathrm{SW}$, si l'on pose $\mathrm{W} =$ travail par unité de volume de plasma.

» Le résultat obtenu représente le travail *moyen* pour le temps considéré. Cette moyenne est très avantageuse pour la pratique.

» J'ai appliqué ce calcul à près de 800 urines. J'en donnerai ci-dessous quelques exemples. Mais auparavant il est bon de dégager le sens du résultat numérique fourni par ce calcul.

» $\mathrm{S}c_0$ représente un *poids*. Cette signification ne change pas quand on multiplie par le coefficient $\log \frac{\mathrm{S}}{\mathrm{S}-\mathrm{V}}$. Ce poids serait celui d'une substance *type* subissant constamment la *même* transformation *connue*. Le *poids* de la substance variant, le *travail* de transformation varierait avec lui; les deux quantités resteraient équivalentes.

» Supposons, à présent, que la substance du corps soit *une* et *homogène* et que ses transformations, en des temps égaux, soient égales et effectuées également par les divers systèmes fonctionnels de l'individu. Cet équilibre des fonctions, sinon leur constance dans le temps, est, *chez l'adulte dont le poids est stationnaire*, l'une des conditions de la vie normale. Le travail effectué sous un pareil régime fonctionnel de l'organisme est ce que j'appellerai un *travail bien compensé*. Ce n'est pas une fiction.

» Le poids de la substance transformée pendant chaque période n et destinée à l'expulsion rénale ultérieure serait : $n\mathrm{S}(c_1 - c_0)$.

» Le travail rénal, pour des *périodes* de même durée, serait invariablement $n\mathrm{SW}$. On aurait donc constamment dans l'urine

$$\frac{n\mathrm{SW}}{n\mathrm{S}(c_1 - c_0)} = k \text{ const.}$$

» Dans la réalité la substance du corps et les fonctions sont hétérogènes, le travail variable et l'élimination des produits $n\mathrm{S}(c_1 - c_0)$ assez éloignée du moment de leur formation. k pourra donc varier d'autant plus que la période n considérée sera plus courte.

» Mais par cela même que, distincte des autres, chaque fonction effectue invariablement les mêmes transformations, leur concours régulier, dans des cas particuliers parfaits, doit aboutir : 1° à la production d'un mélange *moyen* de substances diverses, assimilable à une substance homogène; 2° à un travail bien compensé si la période n considérée est assez étendue, comprenant un temps de travail et un temps de repos.

» Dans ces cas, qu'on peut prévoir assez rares, on aura, comme ci-dessus :

$$(1) \qquad nSW = knS(c_1 - c_0) = kVr,$$

avec, comme *deuxième* condition, un régime constitutionnel *invariable* pour $(c_1 - c_0)$ et pour l'urine. Ce régime, dont il n'est pas fait mention ici, représente assurément le type parfait pour l'adulte.

» Voici maintenant quelques exemples divers embrassant des périodes de 12 et 24 heures. J'y mentionne : nSW, Vr, k et $(c_1 - c_0)$. W y est calculé en logarithmes vulgaires; alors, remarque curieuse, k constant $= 1$ sensiblement. Vr est donné par l'urine examinée.

nSW.	Vr.	k.	$c_1 - c_0$.	Remarques.	nSW.	Vr.	k.	$c_1 - c_0$.	Remarques.
196,2	129,4	1,51	0,0083	Adulte.	50,40	52,2	0,96	0,0045	Adulte.
77,6	77,3	1,00	0,0048	»	50,0	85,2	0,58	0,0057 (¹)	»
67,3	52,2	1,28	0,0047	»	46,4	32,4	1,43	0,0028	»
65,2	59,8	1,09	0,0041	»	43,7	42,5	1,03	0,0027	»
63,2	36,9	1,71	0,0027	»	40,9	15,9	2,56	0,0065	5 ans.
56,8	58,3	0,97	0,0032	»	35,2	22,4	1,57	0,0019	Adulte.
56,3	55,2	1,01	0,0046	»	30,9	30,0	1,03	0,0030	»
55,2	58,4	0,95	0,0054	»	26,5	12,8	2,07	0,0041	5 ans.
52,2	34,3	1,51	0,0034	16 ans $\frac{1}{2}$.	5,93	4,59	1,29	0,0051	9 mois.

» On voit que k est variable. C'était prévu; mais il l'est, en général, moins que dans ce Tableau où je fais volontairement figurer les plus grands écarts observés; les plus élevés se rencontrent chez l'enfant. Cela est rationnel, comme on le verra plus tard. Entre les équations (1) ci-dessus éliminons S et V. On en tire

$$(2) \qquad r = f(c_1 - c_0).$$

Pour chaque valeur particulière de $(c_1 - c_0)$, cette relation fournit une valeur de r. Cela étant, supposons que dans notre Tableau il y ait *au moins deux* urines du type parfait. Non seulement elles vérifieraient les équations (1), mais leurs constitutions, dont je ne parle pas ici, seraient identiques. En particulier, les valeurs conjuguées $(c_1 - c_0)$ et r, tirées de l'une des deux urines, s'adapteraient exactement à l'autre. On aurait de même, pour leurs volumes respectifs, $\frac{V}{V'} = \frac{S}{S'}$, ... Une concordance aussi parfaite exige que, à cette *limite*, $(c_1 - c_0)$ ait, avec une constitution fixe, une *valeur numérique invariable*.

» L'expérience que je poursuis depuis 8 ans confirme tout cela et, pour les constantes employées dans le Tableau ci-dessus, assigne à cette valeur limite de $c_1 - c_0$ le nombre : 0,0050 ($k = 1$). La relation (2) fournit alors, pour r, la valeur : 0,0414 (concentration de l'urine).

(¹) Glycose.

» Dans la pratique, il n'y a jamais concordance absolue, mais approximation assez fréquente. (Voir dans le Tableau : $k = 1$, $c_1 - c_0 = 0,0048$.)

» Soit maintenant une urine quelconque. Sous le régime compensé, son équation $nS(c_1 - c_0) = Vr$ renfermerait les valeurs $c_1 - c_0 = 0,005$ et $r = 0,0414$. En les y mettant, on en déduit le volume V_0 et le travail nSW_0 *types* correspondants. *C'est ce volume qui me sert de terme de comparaison.* S'il est, en général, fictif, il est *toujours* parfaitement défini : c'est une limite.

» D'autre part, le travail vrai calculé pour cette urine étant nSW, on peut établir le rapport $\frac{W}{W_0}$.

» J'appelle ce rapport *coefficient dynamique* de l'individu, parce qu'il fluctue avec l'intensité *moyenne* de la vie *pendant la période considérée.* Il *s'élève* chez l'enfant qui se développe, s'approche de l'unité chez l'adulte, et tombe chez le vieillard, chez les malades et les inactifs. Sa stabilité et sa portée pratique augmenteront quand on y tiendra compte de la constitution urinaire générale.

» Quand le travail est entièrement compensé, on a évidemment, pour l'urine correspondante, $k = 1$, $\frac{W}{W_0} = 1$, $nSW = nSW_0 = Vr = V_0 r_0$, avec, en outre, $r = r_0$, $V = V_0$, etc. »

TÉRATOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur la vie biologique d'un xiphopage.* Note de MM. **N. Vaschide** et **Cl. Vurpas.**

« La vie biologique d'un xiphopage n'a jamais constitué l'objet d'aucune sorte de recherches expérimentales; les auteurs qui jusqu'ici ont eu l'heureuse occasion d'étudier ces rares phénomènes humains se sont contentés de les examiner surtout au point de vue chirurgical, notant tout au plus quelques observations cliniques. Grâce à la bienveillance de la C[ie] Barnum and Bailey, qui exhibe à Paris en ce moment un xiphopage vivant, de sexe masculin, nous avons pu faire de nombreuses recherches physiologiques minutieuses sur les diverses modalités de leur vie biologique.

» Ce xiphopage est venu à terme; la mère est morte trois ans après; le père, qui l'accompagne, jouit d'une parfaite santé; les deux sujets ont actuellement quatorze ans et l'examen complet ne révèle rien d'anormal, sinon une légère atrophie du grand pectoral droit chez Liao-Toun-Chen. Les deux sujets sont réunis par une bande cartilagineuse formée par les appendices xiphoïdes; il n'y a qu'un seul ombilic pour les deux sujets et il est situé à la partie médiane et antéro-inférieure de la membrane qui les réunit. Il s'agit donc d'un xiphopage monomphalien. Si l'on tâte cette bande,

on constate en outre l'existence d'un tissu probablement hépatique, et des deux côtés on peut même saisir un léger pouls. Le pont membraneux a une longueur de 5^{cm} à la partie supérieure et de $9^{cm},5$ à la partie postérieure; le diamètre vertical du pont d'union est de $8^{cm},5$, et sa circonférence est de $22^{cm},5$ à l'état normal; elle diminue et augmente de $1^{cm},5$ en moyenne sous l'influence de la respiration et des efforts musculaires. La distance qui sépare les deux sujets, position normale face à face, est de 6^{cm}, elle diminue et surtout elle peut augmenter sensiblement; la distance atteint même 14^{cm} quand les sujets sont prêts pour la marche.

» Chez les deux sujets le cœur est à gauche; chez celui de droite, si l'on considère les sujets vus de dos, Liao-Toun-Chen, la pointe du cœur ne rentre pas sous la paroi thoracique ni à droite ni à gauche; l'auscultation révèle deux bruits bien frappés, mais l'intensité est sensiblement la même, que l'on pratique l'auscultation à droite ou à gauche au point d'élection. Un examen minutieux confirme néanmoins la constatation (radiographie) de M. Ed. Chapot-Prévost que chez ce sujet le cœur est un peu dévié à droite.

» La coordination motrice est parfaite et grâce à une entente préalable des mouvements les sujets peuvent exécuter des actes d'une souplesse extrême; ils peuvent sauter et courir. Les besoins organiques peuvent s'accomplir séparément; il en est quelquefois ainsi; mais le plus souvent ils se produisent ensemble; l'explication tient, à notre avis, au simple fait de l'habitude et de l'accomplissement nécessairement synchrone des besoins généraux.

» Les données expérimentales les plus importantes se rapportent à l'étude de la vitesse du cœur, à celle de la pression sanguine, à la mesure de la température, de la force musculaire et de la sensibilité; les principales conclusions sont contenues dans le Tableau ci-joint. Chaque chiffre du Tableau représente la moyenne d'un nombre important d'expériences. Pour mieux se rendre compte de la position des deux sujets dans ce xiphopage, nous leur donnons la position, les sujets vus de dos : Liao-Toun-Chen à droite et Liao-Sienne-Chen à gauche.

)ésignation des sujets.	Nombre de pulsations. Pouls radial debout.	Pression du sang. (radiale) (app. Potain).	Nombre des respirations.	Capacité pulmonaire (spiromètre Verdin).	Force musculaire. Main droite.	Force musculaire. Main gauche.	Taille.	Mesures anthropométriques.
-Toun-Chen, ujet de droite.	92	14^{cm}	22	$1^{l},76$	$24^{kg},5$	18^{kg}	$1^{m},365$	La grande majorité un peu supér. au sujet de gauche.
-Sienne-Chen, ujet de gauche.	80	15^{cm}	18	$1^{l},27$	$17^{kg},5$	$21^{kg},5$	$1^{m},350$	La grande majorité infér. au sujet de droite.

» L'examen de la sensibilité auditive révèle une légère diminution, à peine appréciable du côté interne; il en est de même pour la région interne des champs visuels. Les sensibilités tactiles thermique et douloureuse sont plus fines chez Liao-Sienne-Chen.

» En résumé, l'examen expérimental de ce xiphopage montre en premier lieu que chaque sujet a une vie biologique individuelle nettement délimitée au point de vue des fonctions circulatoires, respiratoires, musculaires, de même que pour les besoins organiques, pour la capacité

pulmonaire et pour le domaine sensitivo-sensoriel. Liao-Toun-Chen, le sujet de droite, est plus vigoureux au point de vue de la force musculaire, plus grand de taille et toutes ses mesures anthropométriques, craniennes ou autres sont sensiblement supérieures; son cœur bat plus vite, sa pression sanguine est différente de celle de Liao-Sienne-Chen, et sa respiration est plus rapide. Par contre, Liao-Sienne-Chen se présente comme ayant une sensibilité plus aiguisée et une habilité motrice plus grande; il est gaucher. Au point de vue de leur manière d'être biologique, Liao-Toun-Chen donne généralement la note des actes à faire et semble le directeur de ces deux vies biologiques réunies.

» Malgré ces différences entre les deux vies biologiques, il faut remarquer que nos expériences ne nous ont jamais fait entrevoir la possibilité d'une dissociation brusque possible; les deux vies biologiques, toutes distinctes qu'elles paraissent, subissent néanmoins des perturbations dans le sens individuel de leur modalité. Il semble exister, en d'autres termes, une sorte de parallélisme de deux vies, qui évoluent distinctement, mais dont les fonctions biologiques s'accomplissent suivant un rapport préalable, qui existe entre elles. »

M. **Fréd. Landolph** adresse deux Notes, relatives au dosage de l'azote de l'urée, et à l'étude chimique du lait et du kéfir.

M. **Emm. Pozzi-Escot** adresse diverses Notes, relatives à la production d'hydrogène sulfuré dans la fermentation alcoolique, au dosage colorimétrique des tannins, et aux réactions michrochimiques du magnésium.

M. **J. Canello** adresse une Note relative au dégagement de l'hydrogène.

M. **Guédras** adresse une Note relative aux « Propriétés chimiques et réactions de l'*adrenaline.* »

M. **J. Moelans** adresse, d'Anvers, une Note, accompagnée de dessins, sur un ballon-parachute sphérique et un ballon-parachute dirigeable.

Cette Note est renvoyée à la Commission des Aérostats.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 MARS 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques remarques sur les périodes des intégrales doubles et la transformation des surfaces algébriques.* Note de M. Émile Picard.

« J'ai appelé précédemment l'attention (*Comptes rendus*, 22 avril 1901) sur la possibilité, pour une intégrale double de fonction rationnelle de deux variables, de ne pas avoir de résidus (au sens de M. Poincaré), mais d'avoir néanmoins des périodes. Ayant considéré la surface cubique

$$x^3 + y^3 + z^3 = 1, \tag{1}$$

j'envisagerai l'intégrale double de seconde espèce relative à cette surface,

$$\iint \frac{y\,dx\,dy}{z}. \tag{2}$$

» Or, la surface (1) étant unicursale, on peut exprimer x, y, z en fonctions rationnelles de deux paramètres u et v, soit

$$x = \frac{A}{D}, \qquad y = \frac{B}{D}, \qquad z = \frac{C}{D},$$

en posant

$$\begin{aligned} A &= \quad v\varepsilon^2 + u\varepsilon + u^2v^2, \\ B &= -v\varepsilon - u\varepsilon^2 - u^2v^2, \\ C &= 1 + uv(v\varepsilon + u\varepsilon^2), \\ D &= 1 + uv(v\varepsilon^2 + u\varepsilon), \end{aligned}$$

ε désignant une racine cubique imaginaire de l'unité. (Une erreur de transcription a été faite pour ces polynomes dans la Note citée.)

» L'intégrale (2) devient alors

$$(3) \qquad \varepsilon(1-\varepsilon)\int\int \frac{BC}{D^3}\,du\,dv.$$

» C'est un exemple d'intégrale double de fonction rationnelle *n'ayant pas de résidus, mais ayant des périodes.*

» En fait, les cycles à deux dimensions correspondant aux périodes de (3) rencontrent la ligne singulière de l'intégrale à l'infini ou à distance finie en certains points (u, v) pour lesquels le polynome D s'annule. Ces points correspondent aux valeurs

$$(4) \qquad (u=1, v=1); \quad (u=\varepsilon, v=\varepsilon); \quad (u=\varepsilon^2, v=\varepsilon^2),$$

qui annulent à la fois les quatre polynomes A, B, C et D.

» Ce résultat particulier montre que, pour la formation des périodes des intégrales doubles, il faut, dans certains cas, *élargir la notion de cycle à deux dimensions,* lorsqu'on veut considérer, non une seule surface, mais une classe de surfaces se correspondant point par point.

» Les points appelés *fondamentaux* et les courbes dites *exceptionnelles* dans la transformation birationnelle des surfaces algébriques jouent nécessairement ici un rôle important. A un cycle à deux dimensions C d'une première surface S ne rencontrant aucune ligne singulière d'une intégrale double relative à cette surface pourra correspondre dans une transformée S′ de S un cycle C′ rencontrant une ligne singulière de l'intégrale transformée, si le cycle C rencontre une ligne exceptionnelle de S; car alors C′ passera par le point fondamental de S′ correspondant à cette ligne exceptionnelle.

» Il en est ainsi dans l'exemple cité plus haut, où nous avons une correspondance birationnelle entre la surface cubique (1) et l'espace (u, v). Les points (4) sont précisément des points fondamentaux à distance finie dans l'espace (u, v) pour la transformation entre cet espace et la cubique.

» On sait d'ailleurs qu'il y a, dans la théorie des surfaces algébriques, de nombreux problèmes où la présence de *courbes exceptionnelles* vient amener des complications; telles sont, en particulier, les questions relatives aux systèmes linéaires tracés sur les surfaces. Aussi doit-on attacher une grande importance à un théorème récent de MM. Castelnuovo et Enriques (*Annali di Matematica,* t. VI della serie III), d'après lequel, dans

toute classe de surfaces se correspondant birationnellement, il existe des surfaces sans courbes exceptionnelles, en laissant de côté toutefois les classes qui comprennent des surfaces réglées. Ce théorème permet de lever plusieurs difficultés, non seulement dans l'étude de problèmes purement algébriques, mais aussi dans des questions de nature transcendante. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Études sur la terre végétale.* Note de M. TH. SCHLŒSING.

« On sait que les éléments minéraux d'une terre végétale sont généralement agrégés par des substances de deux sortes : les unes sont des silicates d'alumine colloïdaux qui, à l'état de coagulation, jouent le rôle de ciments; les autres sont des combinaisons, également colloïdales, des acides noirs du terreau avec diverses bases : les alcalis, la chaux, la magnésie, l'alumine, l'oxyde de fer. On sait encore qu'on peut facilement détruire les effets de ces ciments en lavant la terre avec l'acide chlorhydrique ou l'acide nitrique très étendu, jusqu'à ce que les sels de chaux, principaux agents de la coagulation de l'argile colloïdale, soient complètement éliminés; en même temps, les humates sont décomposés, l'acide humique est isolé, et l'on peut le dissoudre en laissant la terre digérer pendant quelques heures avec une dissolution très diluée d'ammoniaque. Tous les éléments de la terre, ainsi dégagés des liens qui les unissaient, deviennent libres et peuvent, dès lors, être classés, au moyen de la lévigation, en un certain nombre de lots, selon l'ordre décroissant de leurs dimensions.

» Des considérations que j'aurai probablement l'occasion d'exposer plus tard m'ont conduit à rechercher comment se distribue, entre ces lots, le sesquioxyde de fer que l'on trouve en quantité notable dans la plupart des sols, et le reste d'acide phosphorique qui n'a pas été éliminé lors du lavage de la terre par l'acide étendu. Je rappelle ici qu'une dissolution d'acide nitrique dont le titre est inférieur à $\frac{1}{1000}$ n'enlève aux terres qu'une trace négligeable de sesquioxyde de fer; quant à l'acide phosphorique, elle en emporte seulement la portion qui se trouvait combinée avec de la chaux ou de la magnésie (1). Elle est d'ailleurs parfaitement suffisante

(1) TH. SCHLŒSING fils, *Comptes rendus*, 17 avril 1899.

pour l'élimination des agents coagulateurs et la décomposition des humates.

» Voici comment je pratique la lévigation : après avoir soumis aux traitements préliminaires 50^g de terre passée, selon l'usage, au tamis à mailles de 1^{mm}, je délaye dans 2^l d'eau pure occupant, dans un large vase à fond plat, une hauteur de 10^{cm} à 12^{cm}; après un temps convenu, 15 secondes, je décante rapidement dans un vase pareil, j'agite et attends 1 minute, après laquelle je décante encore; je continue de la sorte, répétant les décantations après 5 minutes, 1, 5, 24 heures, et recueillant chaque fois un nouveau dépôt. Enfin, le liquide qui surnage après le repos de 24 heures est étendu au volume de 5^l à 6^l, et abandonné au repos dans un lieu à température peu variable; au bout de plusieurs mois, tous les éléments visibles au microscope sont déposés; le liquide, devenu transparent mais opalin, ne contient plus alors que l'argile *colloïdale* que je précipite par une très petite quantité d'acide nitrique.

» On a imaginé divers moyens plus précis de classer les éléments d'un sol; mais celui que je viens d'indiquer, malgré ses imperfections, m'a suffi pour obtenir des résultats nouveaux et très nets.

» Après avoir séché et pesé tous les lots fournis par une terre, j'en extrais intégralement l'acide phosphorique et l'oxyde de fer au moyen de l'acide chlorhydrique bouillant. Viennent ensuite des opérations analytiques au cours desquelles l'acide phosphorique est dosé à l'état de phosphomolybdate d'ammonium et qui aboutissent au dosage du fer par le permanganate de potasse.

» Je présenterai maintenant, à titre d'exemple, les résultats de l'examen de quatre terres :

» I. Terre prise dans le voisinage de Fontaine-le-Port, sur le plateau de la Brie; silico-argileuse, très meuble; 2 pour 100 de carbonate de chaux et autant de sesquioxyde de fer.

» II. Terre de la Fresnay, près La Fère, extrêmement tenace et très fertile, contenant l'énorme proportion de 39 pour 100 d'argile et 7 pour 100 de sesquioxyde de fer.

» III. Terre de Neauphle-le-Château (Seine-et-Oise), assez meuble, très fertile, contenant quelques millièmes de calcaire, et 2,2 pour 100 de sesquioxyde de fer.

» IV. Sable de carrière, vierge de toute végétation, pris à Montretout, près Paris, contenant 1,9 pour 100 d'oxyde de fer.

» Dans le Tableau qui va suivre, une première colonne indique les temps pendant lesquels les lots se sont déposés; la seconde donne leurs poids rapportés à 100^g de terre; la troisième et la quatrième font connaître les quantités d'acide phosphorique et d'oxyde de fer qu'ils contiennent; les deux suivantes donnent le pourcentage de l'acide et de l'oxyde dans chaque lot; la dernière donne les rapports entre ces deux composés, $\frac{P^2O^5}{Fe^2O^3}$.

	Temps.	Poids des lots.	Acide phosphorique.	Sesquioxyde de fer.	Pourcentage, dans chaque lot, de l'acide phosphorique.	Pourcentage, dans chaque lot, du sesquioxyde de fer.	$\frac{P^2O^5}{Fe^2O^3}$.
		g	mg	mg			
110g de terre de Fontaine-le-Port.	15 sec...	43,56	7,12	270	0,016	0,6	0,026
	1 min...	7,91	2,26	61	0,029	0,8	0,037
	5 min...	14,03	4,54	144	0,032	1,0	0,031
	1 heure..	12,41	6,24	233	0,050	1,9	0,027
	5 heures.	4,81	6,12	221	0,127	4,6	0,028
	20 heures.	2,14	4,32	150	0,203	7,0	0,029
	10 mois..	5,95	13,84	598	0,230	10,0	0,023
	argile colloïdale.	2,04	11,26	237	0,550	11,7	0,047
100g de terre de la Fresnay.	15 sec....	16,22	4,22	321	0,026	2,0	0,013
	1 min...	8,49	2,47	123	0,029	1,5	0,019
	5 min...	9,22	3,94	209	0,043	2,3	0,019
	1 heure..	11,23	7,64	416	0,068	3,7	0,018
	4 heures.	4,96	5,97	303	0,120	6,3	0,019
	24 heures.	3,50	7,80	362	0,223	10,4	0,022
	12 mois..	27,06	58,49	3830	0,216	14,1	0,015
	argile colloïdale.	12,10	24,97	1496	0,207	12,4	0,016
100g de terre de Neauphle-le-Château.	10 sec....	18,92	3,12	141	0,016	0,75	0,022
	5 min...	36,85	7,76	274	0,021	0,74	0,028
	1 heure..	18,79	6,34	293	0,034	1,56	0,022
	5 heures.	4,61	6,34	222	0,137	4,80	0,029
	12 heures.	2,12	4,40	153	0,207	7,19	0,029
	6 mois...	7,55	18,88	743	0,250	9,80	0,025
	argile colloïdale.	2,78	8,60	287	0,310	10,30	0,030
100g de sable de Montretout.	15 sec....	66,66	2,28	248	0,003	0,37	0,009
	1 min...	12,52	1,16	81	0,009	0,65	0,014
	5 min...	2,77	0,66	42	0,024	1,52	0,016
	1 heure..	3,18	1,02	83	0,032	2,61	0,012
	24 heures.	2,13	1,60	139	0,075	6,53	0,011
	12 mois..	9,29	9,23	1038	0,110	11,70	0,009
	argile colloïdale.	2,13	1,74	216	0,082	10,10	0,008

» Ce Tableau met en évidence quelques faits intéressants.

» Le plus frappant est la progression rapide des proportions d'acide phosphorique et d'oxyde de fer dans la série des lots, à mesure que les

dimensions des éléments diminuent. Si j'en juge par le nombre des terres où je l'ai retrouvé, ce fait doit être général. L'explication la plus simple qu'on en puisse donner est d'admettre que l'acide phosphorique et l'oxyde de fer, et bien d'autres substances encore, sont à l'état d'enduits enrobant les éléments des sols : on sait, en effet, que la surface totale d'un poids donné d'éléments croît, avec tout ce qu'elle porte, en raison inverse de leurs dimensions. Mais je n'insiste pas pour le moment sur cette explication, devant y revenir bientôt avec de nouveaux documents.

» On n'observe plus ce mode de distribution dans certaines terres très ferrugineuses, où l'oxyde de fer affecte l'état de sables de dimensions très variées ; il se trouve alors irrégulièrement répandu dans tous les lots : par exemple, une terre rouge prise à Terpes (Doubs) au-dessus de calcaire jurassique m'a donné :

Dans le sable grossier..........	15,3	pour 100 d'oxyde
Dans le sable fin..............	9,2	»
Dans l'argile..................	21,8	»

» Un second fait à noter est l'association constante de l'acide phosphorique et de l'oxyde de fer, dans des rapports compris entre des limites assez voisines. Cette association peut être mise en évidence par des expériences très simples, consistant à faire couler constamment, mais avec une lenteur extrême, de l'acide chlorhydrique étendu (40^g HCl dans 1^l) à travers une colonne de terre (100^g) contenue dans un tube vertical. Au début, l'acide emporte tout l'acide phosphorique uni aux bases autres que l'oxyde de fer; mais ensuite une sorte de régime constant s'établit, et l'acide qui s'écoule contient l'acide phosphorique et l'oxyde dans des rapports de même ordre que ceux qui figurent au Tableau ci-dessus. L'épuisement continue ainsi pendant des mois, car l'oxyde est attaqué très lentement, et sa dissolution est la condition qui permet à l'acide phosphorique de se dissoudre à son tour. J'ai exécuté un grand nombre de ces expériences, et toujours avec les mêmes résultats.

» Je signalerai enfin un troisième fait, non moins intéressant que les deux premiers; c'est la similitude, en ce qui concerne les proportions d'acide phosphorique et d'oxyde de fer, entre les argiles colloïdales et les éléments d'une extrême ténuité qui les accompagnent dans les argiles des sols. A l'époque où j'étudiais la constitution de ces argiles, j'avais déjà constaté que l'argile colloïdale est, comme ces éléments, un silicate d'alumine, mais je n'avais pas identifié davantage les compositions des deux

sortes de substances. On peut sans doute aller maintenant plus loin, et admettre que l'argile colloïdale est constituée simplement par des particules de même nature que les éléments visibles au microscope, mais tellement petites qu'elles peuvent et doivent même rester indéfiniment en suspension dans l'eau pure. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la culture des Betteraves fourragères.* Note de M. **P.-P. Dehérain.**

« Il y a déjà plusieurs années (¹) que j'ai essayé de décider les praticiens à changer le mode de culture suivi pour les Betteraves fourragères. Ils ne se préoccupent guère, en effet, que d'obtenir à l'hectare le maximum de rendement, et ne tiennent pas compte de la qualité des racines récoltées. Recherchant seulement les grosses Betteraves, qui assurent les grands rendements, ils ont poussé les producteurs de graines de Betteraves à les leur fournir; cette tendance a été marquée par le nom même donné à celle des variétés les plus employées : on l'appelle la *Mammouth*.

» Pour obtenir le maximum de poids à l'hectare, on distribue de fortes fumures et l'on maintient les racines très écartées à 50^{cm} ou même 60^{cm} en tous sens; dans ces conditions, on récolte d'énormes racines pesant 3^{kg}, 4^{kg} ou 5^{kg}, parfois davantage; mais ces grosses Betteraves, souvent creuses, sont très aqueuses et, par suite, renferment peu de matière nutritive. Si, au contraire, au lieu de laisser les racines aux grands écartements, on les maintient rapprochées, elles diminuent de volume, leur qualité augmente; elles sont moins aqueuses et plus chargées de matière nutritive. Je donnerai comme exemple du changement qui survient dans la composition des racines, suivant qu'elles sont de forte ou de faible dimension, les nombres suivants :

Composition centésimale de deux Betteraves Mammouth.

Poids....................	8300^{g}	722^{g}
Matière sèche pour 100...	8,5	16,5
Sucre....................	6,2	11,1
Matière azotée...........	1,7	1,03
Nitrate de potasse........	0,17	0,08

(¹) *Annales agronomiques*, t. XVI, 1890, p. 542.

» La grosse Betterave avait été recueillie dans une pièce où des *manques* nombreux s'étaient produits ; elle avait crû isolée; elle renfermait 91,5 centièmes d'humidité; quand on coupe des racines de cette dimension, l'eau s'écoule de toutes parts. On remarquera, en outre, que cette grosse Betterave était très chargée de salpêtre. Le fait est général : ce salpêtre traverse l'organisme, non sans nuire aux animaux, et arrive au fumier, où il est décomposé; la plus précieuse des matières fertilisantes est ainsi perdue.

» Pour obtenir de bonnes racines, pauvres en salpêtre, riches en matière sèche, il suffit de les rapprocher; en serrant les lignes à 40^{cm} et en maintenant les Betteraves à 25^{cm} au moment du *démariage*, on obtient des racines pesant environ 1^{kg}, donnant parfois à l'hectare un poids moindre que celui que fournissent les écartées, mais toujours plus de matière sèche, de sucre et moins de salpêtre.

» En 1891, j'ai cultivé, écartées ou serrées, deux variétés fourragères, les Mammouths et les Globes, et j'ai obtenu à l'hectare les rendements suivants (¹) :

	Mammouths.		Globes à petites feuilles.	
Écartement :	40 sur 40.	35 sur 25.	40 sur 40.	35 sur 25.
	kg	kg	kg	kg
Rendement à l'hectare..	84400	81000	87000	84800
Matière sèche	11394	13365	10979	12720
Sucre..................	6161	8991	7883	9412
Matière azotée.........	573,9	831	753	695
Nitrate de potasse......	219,4	64,8	193	33

» Les années suivantes, j'obtins encore des résultats analogues, et plusieurs agronomes, frappés de leur intérêt, répétèrent les expériences : M. Berthault, mon collègue à l'École de Grignon, M. Garola, professeur départemental d'agriculture d'Eure-et-Loir, reconnurent l'un et l'autre que la culture rapprochée était avantageuse.

» Ce premier point étant acquis, il restait à chercher quelle variété de racines il convenait de semer; les betteraves fourragères les plus répandues avaient été sélectionnées pour atteindre de grandes dimensions; celles-ci disparaissant par la culture rapprochée, il n'y avait plus d'intérêt à employer ces variétés et l'on devait essayer de les remplacer par d'autres, plus riches en sucre; en 1894, je mis en comparaison des betteraves à

(¹) *Annales agronomiques*, t. XVIII, p. 380.

collet rose, dites *de distillerie*, avec des globes à petites feuilles, sans trouver d'avantages à cette substitution ([1]).

» Mes essais, cependant, commençaient à être connus; les producteurs de graines de Betteraves se mirent à l'œuvre et offrirent bientôt aux praticiens, pour remplacer les fourragères, des variétés dites *demi-sucrières*, plus étoffées que les Betteraves à sucre, mais habituellement incapables d'atteindre les énormes dimensions des fourragères. Je mis deux de ces variétés en expérience en 1898 ([2]); elles donnèrent de très bons résultats et, dès lors, fixé sur le mode de culture et sur la variété à semer, je jugeai le moment venu de propager activement la réforme que je préconisais depuis plusieurs années.

» Une association puissante, le Syndicat central des Agriculteurs de France, m'en offrit les moyens. Son Conseil a bien voulu me charger depuis quelques années de tracer le programme d'expériences dont il demande l'exécution à ses adhérents. Ceux-ci, animés du désir d'être utiles, de contribuer pour leur part à propager de bonnes méthodes de culture, ont bien voulu prendre la peine de faire les essais, et l'on ne saurait trop les en louer.

» Des expériences ont été disposées depuis 4 ans; mais elles n'ont porté sur les Betteraves fourragères qu'en 1900 et 1901. Au printemps de 1900, on envoya aux cultivateurs qui en firent la demande la petite quantité de graines nécessaire à l'ensemencement de 2^a; ces graines appartenaient à la variété demi-sucrière rose; elles devaient être semées en lignes, distantes de 40^{cm}, et les racines laissées à 25^{cm} les unes des autres au moment du démariage; la demi-sucrière fut mise en comparaison avec une fourragère laissée au choix de l'expérimentateur, mais maintenue aux grands écartements de 50^{cm} sur 50^{cm}. On envoya, en même temps que les graines, une feuille de renseignements que les cultivateurs devaient remplir; on leur demandait d'y inscrire la nature de leur terre, les fumures distribuées, identiques pour les 4^a d'expériences, et les caractères de la saison.

» Au moment de la récolte, les expérimentateurs devaient peser séparément les Betteraves recueillies sur les quatre parcelles; ils devaient encore trier, dans un lot de 100 Betteraves prises au hasard dans chacune des variétés, les grosses, les moyennes et les petites; inscrire sur leurs feuilles les proportions relatives de chacune d'elles et enfin adresser au laboratoire

([1]) *Annales agronomiques*, t. XXI, p. 305.
([2]) *Ibid.*, t. XXV, p. 343.

un échantillon des betteraves des diverses dimensions des deux variétés. Des analyses exécutées sur ces racines, de leur nombre et du poids total obtenu, on pouvait déduire la composition de la récolte.

» Les expérimentateurs furent, en 1900, assez nombreux; malheureusement, la saison fut peu favorable, plusieurs d'entre eux ne suivirent pas docilement les instructions envoyées, de telle sorte que les résultats que l'on put faire entrer dans les moyennes se réduisirent beaucoup. Ces résultats ont été fournis par MM. Thomassin (Seine-et-Oise), Vautrin (Meuse), Morisot (Côte-d'Or), Collard (Haute-Saône), Thirion (Seine-et-Marne), de la Péraudière (Maine-et-Loire), Blanchemain (Indre), Guénin (Aube). En fondant en une seule moyenne les expériences exécutées, on arrive aux résultats suivants (1) :

Expériences de 1900.

	Betteraves fourragères, cultivées aux grands écartements.	Betteraves demi-sucrières, cultivées rapprochées.
Rendement à l'hectare.....	39500^{kg}	45300^{kg}
Matière sèche.............	4900	6800
Sucre....................	3400	5400

» La saison ayant été sèche, les rendements sont faibles, mais entièrement à l'avantage de la culture serrée.

» En 1901, les expériences, bien réussies, ont été plus nombreuses; elles ont été exécutées par Mme Raoul-Duval (Indre-et-Loire), MM. Septier (Aube), de Boisanger (Finistère), Thomassin (Seine-et-Oise), Vasseur (Meuse), Oudot (Meurthe-et-Moselle), Amey (Indre), Thirion (Seine-et-Marne), Marcy (Cher), Porte (Isère), Gillin (Corrèze), Halna du Frestaye (Maine-et-Loire), de la Péraudière (Maine-et-Loire), Brunet (Gironde) (2).

» En réunissant les nombres trouvés en une seule moyenne, on arrive aux résultats suivants :

Expériences de 1901.

	Betteraves fourragères cultivées aux grands écartements.	Betteraves demi-sucrières cultivées rapprochées.
Rendement à l'hectare..	53600^{kg}	47200^{kg}
Matière sèche......................	5400	6300
Sucre............................	3200	4000

(1) Le détail des expériences se trouve dans le *Bulletin du Syndicat central des agriculteurs de France*, numéros des 1er janvier et 1er février 1901.

(2) *Bulletin* des 1er janvier, 1er février et 1er mars 1902.

» Il résulte manifestement des moyennes précédentes, obtenues en réunissant les résultats constatés par des expérimentateurs disséminés dans toutes les régions de la France, qu'il est avantageux de serrer les Betteraves fourragères; on obtient ainsi plus de matière sèche, plus de sucre qu'en les laissant écartées; toutes les fois, en outre, que l'analyse a été poussée plus loin, on a trouvé moins de nitrates dans les serrées que dans les écartées.

» Si l'on peut considérer comme acquis ce premier point : les Betteraves fourragères doivent être cultivées à de faibles écartements; une seconde question reste encore à l'étude : le choix de la variété à semer. En serrant les fourragères, ne peut-on pas en tirer bon parti? Est-il nécessaire de les remplacer par des demi-sucrières? Et, parmi celles-ci, en est-il une qui prime les autres?

» Quelques-uns des expérimentateurs de 1901 ont abordé cette question, et ils ont trouvé qu'aux mêmes écartements les fourragères ont eu un léger avantage sur les demi-sucrières. Les premières ont donné comme moyenne de six cultures : 6097^{kg} de matière sèche contre 5824^{kg} fournis par les secondes. J'ai moi-même étudié ce sujet en 1900 et 1901; mes essais ont été nettement favorables aux demi-sucrières; je demanderai prochainement à l'Académie la permission de les lui faire connaître.

» Les avantages du rapprochement des racines ne découlent pas seulement des analyses, mais aussi des expériences exécutées sur l'engraissement des animaux; les demi-sucrières serrées ont été nettement supérieures dans les essais exécutés par M. O. Benoist, dans Eure-et-Loir; dans ceux de MM. Dupont et Brétignières, à Grignon; dans ceux de M. Gilbert, à Witteville.

» Il y a lieu de féliciter les nombreux cultivateurs groupés autour du Syndicat central d'avoir montré, par leur exemple, que le mode de culture que j'ai préconisé est facile à mettre en pratique, et que le surcroît de dépenses qu'il occasionne ne s'élève pas à plus de 10^{fr} ou 15^{fr} par hectare.

» Si cette nouvelle manière de cultiver les Betteraves destinées au bétail est acceptée, cette culture deviendra plus rémunératrice; on calcule aisément, en effet, qu'un hectare de grosses racines écartées ne vaut pas plus de 700^{fr}, tandis que la valeur des Betteraves serrées atteint 900^{fr}; si ce gain de 200^{fr} en surcroît était réalisé sur les $400\,000^{ha}$ que la France consacre chaque année aux Betteraves fourragères, elle en tirerait un profit de 80 millions de francs. »

M. P. Appell fait hommage à l'Académie d'un « Cours de Mécanique à l'usage des candidats à l'École Centrale des Arts et Manufactures », qu'il vient de publier.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de Sir *John Bennet Lawes*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Yermoloff obtient	45	suffrages
M. Godlewski »	2	»
M. Laurent »	2	»

M. Yermoloff, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une « Histoire des Mathématiques dans l'antiquité et le moyen âge, par M. *H.-G. Zeuthen*, professeur à l'Université de Copenhague, Correspondant de l'Académie; édition française, revue et corrigée par l'Auteur, traduite par M. *Jean Mascart* ». (Présenté par M. Appell.)

2° Un « Traité de Chimie organique, d'après les théories modernes; par M. *A. Béhal* ». (Présenté par M. Haller.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes réguliers d'ordre fini.* Note de M. Léon Autonne, présentée par M. C. Jordan.

« Conservons les définitions et notations de mes Communications précédentes (11 mars, 20 et 22 juillet 1901). Nommons Q tout groupe quinaire (c'est-à-dire linéaire à cinq variables homogènes) constitué par des substitutions q, réelles, orthogonales, à déterminant unité.

» Théorème I. — *Tout groupe* G *régulier et unitaire est isomorphe avec*

hémiédrie à un groupe Q. *A une substitution s de* G *correspond une substitution q de* Q, *mais à la substitution unité de* Q *correspondent dans* G *les deux puissances de la substitution qui multiplie par* — 1 *toutes les variables.*

» On sait que tout groupe n — aire P, à coefficients complexes, est isomorphe à un groupe 𝔓 réel et $(2n)$ — aire. Pour G, qui est quaternaire, 𝔓 serait octonaire. Le théorème consiste en ce que, si G est régulier, le groupe octonaire 𝔓 devient le groupe quinaire Q. L'unitarité de G se traduit sur Q par l'orthogonalité.

» Théorème II. — *Tout groupe* 𝔊 *régulier et d'ordre fini, s'il est indécomposable, est unitaire.*

» Le groupe Q isomorphe à 𝔊 est aussi d'ordre fini. Q est même indécomposable ; car, si Q est décomposable, 𝔊 l'est aussi. Tous les groupes 𝔊 décomposables ont été construits dans ma Note du 11 mars 1901.

» La construction des 𝔊 indécomposables se réduit à celle des groupes Q indécomposables et d'ordre fini. Ce sera l'objet d'une Communication ultérieure.

» Au cours des présentes recherches, j'ai eu à résoudre le problème suivant qui présente peut-être quelque intérêt :

» *A quelles conditions nécessaires et suffisantes doit satisfaire un groupe* n — *aire* Γ'_y, *entre les* n *variables* y, *pour pouvoir, au moyen d'une transformation linéaire convenable* T, $y = \mathrm{T}[x]$, *devenir un groupe* Γ_x *réel et orthogonal ?*

» Voici ces conditions :

» 1° Γ'_y *possède deux invariants absolus, un hermitien* $\mathrm{H}(y, \bar{y})$ *et un invariant quadratique*

$$\mathrm{R} = \sum_{jk} r_{jk}\, y_j\, y_k, \qquad r_{jk} = r_{kj}, \qquad j, k = 1, 2, \ldots, n,$$

tous deux à déterminant un.

» 2° *Si* Γ'_y *est mis sous la forme unitaire* $\mathrm{H}^{\frac{1}{2}}\Gamma'\mathrm{H}^{-\frac{1}{2}}$ *par la transformation* $y = \mathrm{H}^{-\frac{1}{2}}[z]$ (*comme il est expliqué au n°* 31 *de mon Travail* Sur l'Hermitien, *inséré aux* Rendiconti du Cercle mathématique de Palerme, pour 1902), *dans l'invariant quadratique transformé*

$$\sum_{jk} u_{jk}\, z_j\, z_k, \qquad u_{jk} = u_{kj},$$

la matrice des coefficients u_{jk} *est unitaire.*

» Si les conditions précédentes sont remplies, la construction de la transformante T ne présente aucune difficulté. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions algébriques de deux variables.* Note de M. **Beppo Levi**, présentée par M. Picard.

« Dans une Communication précédente, j'ai résumé une démonstration, que j'avais donnée en 1897, de la possibilité de dissoudre, par des transformations birationnelles, les singularités ponctuelles des surfaces algébriques de nature quelconque. Une conséquence immédiate de cette dissolution est que, étant donnée une fonction algébrique z de deux variables x et y, on peut toujours représenter les environs d'un point de la fonction en exprimant x, y, z par un nombre limité de systèmes de séries d'autant de couples de paramètres : même tous les points de la fonction sont donnés par un nombre limité de tels systèmes de séries. Il est à remarquer que le nombre de ces séries dépend de la transformation et que, par exemple, les transformations quadratiques dont on s'est souvent servi, quand elles sont suffisantes, ne conduisent pas généralement au nombre minimum. Ainsi elles donnent plusieurs systèmes pour le voisinage d'un point double conique, quand un seul est suffisant.

» On s'est plus d'une fois demandé, depuis Halphen, si l'on ne pourrait prendre comme paramètres les deux variables x, y elles-mêmes, ou certaines de leurs fonctions simples. Cette question peut être importante dans les applications, et elle est d'autant plus naturelle que la réponse est affirmative pour les fonctions d'une variable et que c'est la raison pour laquelle on peut obtenir les développements par la méthode algébrique de Newton-Puiseux, en évitant des transformations dont l'usage est pratiquement peu commode.

» Pour les cas simples, dans lesquels le point est général sur une ligne multiple de la fonction, Halphen a donné la réponse affirmative. En 1900, M. Hensel ([1]) a cru être arrivé à des résultats semblables pour tous les points de la fonction; mais ses conclusions ne sont pas applicables à tous les cas, car les rayons de convergence de ses séries peuvent devenir infi-

([1]) *Ueber eine neue Theorie der algebraischen Functionen zweier Variablen* (*Acta Mathematica*, Bd XXIII, 1900; et *Jahresbericht d. d. Mathematiker-Verein*, Bd VIII, 1900).

niment petits avec l'une des variables (la variable ξ dans la suite) et s'annuler avec elle ([1]).

» J'ai cherché à déterminer sous quelles conditions le voisinage du point $x=\alpha$, $y=\beta$, $z=\gamma$ peut se représenter par des développements de la forme

$$(1) \qquad z = e_0(\xi) + e_1(\xi)\eta^{\frac{1}{b}} + e_2(\xi)\eta^{\frac{2}{b}} + \ldots,$$

où

$$\xi = (x-\alpha)^{\frac{1}{a}}, \qquad \eta = y - y_0(\xi),$$

et où a et b sont des entiers, y_0, e_0, e_1, ..., des séries de puissances entières de ξ, dont quelques-unes peuvent être identiquement nulles.

» La courbe $z=e_0(\xi)$, $y=y_0(\xi)$ est évidemment une ligne de la fonction. J'appelle *courbe de diramation* de la fonction z l'ensemble des points de diramation des fonctions de la seule variable y qu'on obtient en faisant dans z : $x =$ fonct. linéaire de y (en particulier $x =$ const.). J'appelle *courbe polaire* l'ensemble des points d'infini de la fonction z.

» Je suppose, pour simplifier, que α, β, γ ne soient pas infinis. Le point (α, β, γ) étant supposé l'origine de la branche $y=y_0(\xi)$, $z=z_0(\xi)=e_0(\xi)$, on peut construire un développement de la forme (1), représentant la fonction z au voisinage des points généraux de cette branche, par un procédé tel que l'a indiqué Halphen, en appliquant, par exemple, la méthode de Newton aux fonctions que l'on obtient en posant dans z : $x =$ const. (cette constante étant suffisamment voisine de α), et précisément à leurs branches ayant l'origine sur la branche (y_0, z_0) donnée. On aura $b=1$ ou $b>1$ selon que (y_0, z_0) n'appartient pas ou appartient à la courbe de diramation.

» Les coefficients $e_0(\xi)$, $e_1(\xi)$, ... sont des branches de fonctions algébriques dont les points critiques sont tous compris parmi les points d'intersection ([2]) de la courbe (y_0, z_0) avec la courbe de diramation ou, si la branche (y_0, z_0) appartient elle-même à cette courbe, parmi ses points critiques et multiples, et dont les pôles appartiennent à la courbe polaire. Ils sont donc des développements convergents dans un cercle de centre $\xi=0$

([1]) Même si les séries ne commencent pas par des puissances négatives des variables, cas pour lequel M. Hensel admet des restrictions (*Jahresb.*)

([2]) Il y aurait quelques remarques à faire sur ce qu'on doit entendre par points d'intersection au point de vue de la théorie des fonctions, mais je ne puis insister ici.

et passant par le plus voisin de ces points, en dehors de l'origine du développement.

» Le cercle de convergence par rapport à la variable η est une fonction continue de ξ. Si (y_0, z_0) n'appartient pas à la courbe de diramation, il s'annule aux points où elle rencontre cette courbe (voir la Note précédente), en particulier à l'origine du développement si (α, β, γ) est un point de la courbe de diramation. Si la branche (y_0, z_0) appartient à la courbe de diramation, il s'annule aux points où elle passe par un point de diramation de cette courbe ou par un point multiple pour elle qui soit, pour la section plane $x = \text{const.}$, un point où viennent se réunir (sur la surface de Riemann correspondante) deux points critiques. Tels sont les points qu'en adoptant le langage géométrique on peut appeler *points multiples isolés de la fonction*.

» Il est à remarquer que l'origine même du développement pourrait être un point de ce genre.

» Il s'ensuit que, si l'origine n'est pas un point critique de la fonction, ou si, la branche (y_0, z_0) appartenant à la courbe de diramation, il n'est pas critique pour celle-ci ou multiple du genre décrit ci-dessus, on peut déterminer un domaine environnant ce point, dans lequel la fonction z est entièrement représentée par un développement de la forme (1).

» Le voisinage des points critiques de la courbe de diramation et de ses points multiples du genre décrit ci-dessus, en particulier des points multiples isolés de la fonction, est, au contraire, tout à fait singulier par rapport à la représentation par séries. Une seule série ne suffit plus; mais alors on peut déterminer un nombre limité de branches de courbes appartenant à la fonction et ayant ce point comme origine, telles que l'ensemble des développements de la forme (1) relatifs à ces branches prises comme (y_0, z_0) comprend dans son domaine de convergence tous les points suffisamment voisins de ce point.

» Cependant, il est naturel de demander que, du moins pour les points suffisamment voisins de l'origine, une branche quelconque de la fonction appartienne tout entière au domaine de l'un de ces développements, de manière que les valeurs de z pour lesquels $y = p(\xi^\mu)$ soient, dans le voisinage de (α, β, γ), données toutes par l'une de ces séries, après avoir posé $y = p(\xi^\mu)$. Il n'en est pas ainsi pour les développements dont on vient de parler : sous une telle condition, un nombre fini de ces développements ne suffit plus pour représenter la fonction z. »

PHYSIQUE. — *Sur la conservation de l'énergie réfractive dans les mélanges d'alcool et d'eau.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« On admet généralement que l'énergie réfractive se conserve dans les mélanges de liquides, à condition qu'il n'y ait pas combinaison. C'est ce qui a lieu, à fort peu près, d'après M. Damien ([1]), pour les mélanges de glycérine et d'eau.

» Il paraît intéressant de savoir ce qu'il en est pour les mélanges d'alcool et d'eau, à cause de la contraction et du dégagement de chaleur importants en raison desquels certains chimistes ont admis l'existence de la combinaison $C^2H^6O + 3H^2O$.

» Soit un mélange renfermant la masse m d'alcool pour $1 - m$ d'eau.

» Désignons par u, u' et U les volumes spécifiques de l'alcool, de l'eau et du mélange, à la même température, 15° par exemple, et par n, n' et N leurs indices de réfraction à cette même température.

» Si l'énergie réfractive des constituants se conserve dans le mélange, on a

$$(1)\quad (N-1)U = m(n-1)u + (1-m)(n'-1)u' = (n'-1)u' + m[(n-1)u - (n'-1)u'].$$

» D'autre part, on peut écrire

$$(2)\qquad U = mu + (1-m)u' - C.$$

» La contraction C (relative à l'unité de masse du mélange) est une fonction de m qui s'annule pour $m = 0$ et pour $m = 1$. Elle atteint son maximum pour une valeur de m voisine de $\frac{1}{2}$.

» D'après les expériences de M. Mendeleeff ([2]), elle serait très bien représentée, à 15° et pour les valeurs de $m \geqq 0,4$, par la formule

$$C = 0,1254 \times m^{0,79}(1-m)^{0,80}.$$

» La formule plus simple

$$(3)\qquad C = 0,123[m(1-m)]^{0,8}$$

convient presque aussi bien, surtout pour les valeurs de $m \geqq 0,6$ auxquelles nous allons l'appliquer.

([1]) *Journal de Physique*, 1re série, t. X, 1881, p. 431.

([2]) *Annalen d. Ph. und Ch.*, 5e série, t. CXXXVIII, p. 261. — Voir Landolt, Table 79.

» Des formules (1) et (2) on déduit

$$(4) \qquad N - 1 = (n' - 1)\frac{1 + am}{1 + bm - \frac{C}{u'}},$$

en posant

$$a = \frac{(n-1)u}{(n'-1)u'} = 0,3715, \qquad b = \frac{u}{u'} - 1 = 0,2595.$$

» Il est facile de voir que, grâce à l'importance de la contraction, l'expression (4) passe par un maximum. La valeur de m pour laquelle a lieu ce maximum satisfait à l'équation

$$a - b = \frac{0,123}{u'}[m(1-m)]^{-0,2}[0,6am^2 + (0,2a + 1,6)m - 0,8].$$

» En la résolvant, on trouve $m = 0,7796$ ou, plus simplement, eu égard à la précision possible de cette détermination : $m = 0,78$.

» Ainsi l'indice de réfraction est maximum pour un mélange contenant 78 pour 100 d'alcool, en poids. On trouve, en appliquant les formules (4) et (3), que cet indice maximum, à 15°, dans l'air, a pour valeur

$$N = 1,3673.$$

L'indice par rapport au vide est donc 1,3676.

» Ce résultat a été obtenu expérimentalement par deux candidats au doctorat ès sciences, MM. Favre et Bougault, auxquels M. Pellat et moi avons successivement proposé comme sujet de seconde Thèse : *La détermination des indices de mélanges d'alcool et d'eau.*

» La comparaison des indices avec les densités déterminées sur les mêmes échantillons montre que la relation (1) se vérifie aux erreurs près des dites expériences, c'est-à-dire à 2 unités près sur la quatrième décimale de l'indice.

» L'énergie réfractive se conserve donc au moins aussi bien ici que dans le cas des mélanges de glycérine et d'eau, d'après M. Damien. »

PHYSIQUE. — *Sur la mobilité des ions dans les gaz.* Note de M. **P. Langevin**, présentée par M. Mascart.

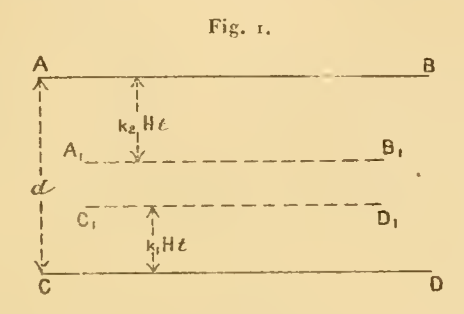
« I. J'ai montré, dans une Note antérieure [1], qu'il est possible d'effectuer les mesures relatives aux gaz ionisés en n'utilisant pour créer l'ionisation que les rayons de Röntgen produits par *une seule décharge* d'une bobine

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 533, 3 mars 1902.

dans un tube de Crookes. La durée extrêmement courte de cette décharge (10^{-4} secondes environ) permet de mesurer les mobilités des ions plus directement et dans des conditions plus variées qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

» Les rayons passant à travers une lame d'aluminium plane CD (*fig.* 1), joints aux rayons secondaires qu'ils produisent sur CD et sur une lame métallique parallèle AB, ionisent le gaz compris entre ces lames. Si un champ H y existe, les ions positifs se déplacent dans le sens du champ, vers AB par exemple, avec la vitesse k_1H, et les ions négatifs en sens inverse avec la vitesse k_2H. On a en général $k_2 > k_1$.

Fig. 1.



» II. *Il est facile de suivre ce déplacement en renversant le champ* H *un temps variable t après le passage de la radiation.* La quantité d'électricité q recueillie par la lame AB se compose : 1° avant le renversement du champ, des ions positifs libérés dans une couche d'épaisseur k_1Ht au voisinage de AB; 2° des ions négatifs qui, au moment du renversement, restent dans le champ entre A_1B_1 et CD et rebroussent ensuite chemin vers AB. La courbe théorique I (*fig.* 2) représente la variation de q avec t dans le cas d'une ionisation uniforme : un coude se produit en N pour $t = t_2 = \frac{d}{k_2 H}$, tous les ions négatifs ayant alors été recueillis par CD avant le renversement du champ. Puis, à partir de P qui correspond à $t = t_1 = \frac{d}{k_1 H}$, q reste constant et égal à Q_0, quantité totale libérée dans le gaz, car le renversement a lieu quand tous les ions ont été recueillis et ne produit aucun effet.

» La recombinaison a pour effet de remplacer Q_0 par une valeur un peu inférieure Q et d'incurver la première partie de la courbe expérimentale II (*fig.* 2). Le coude subsiste en N′ pour $t = t_2$. Si l'ionisation n'est pas uniforme, si par exemple AB est une lame de plomb créant par ses rayons secondaires une ionisation intense dans son voisinage immédiat, la courbe change avec le sens initial du champ et l'on obtient les deux courbes


Fig. 2.

Fig. 3.

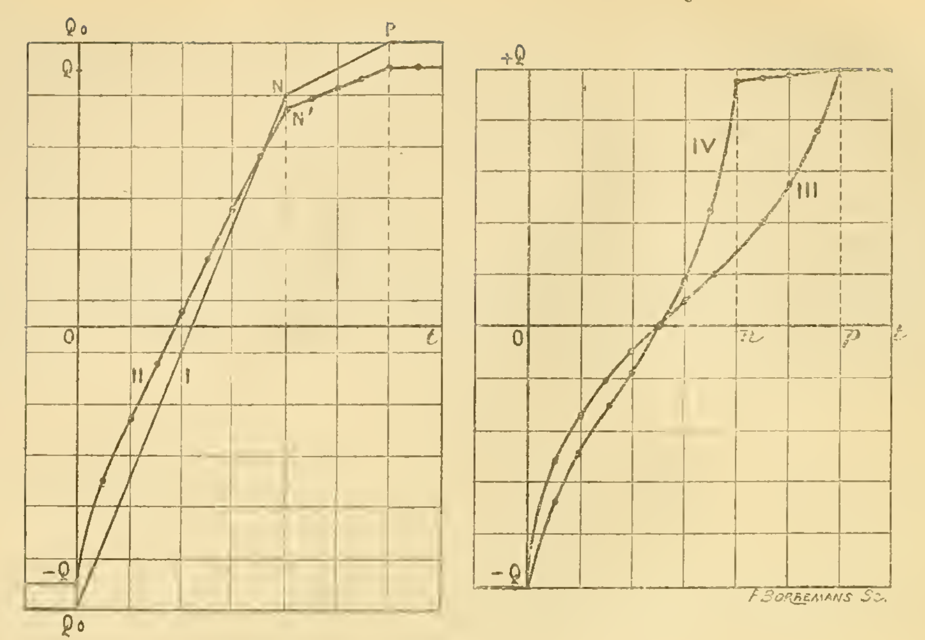
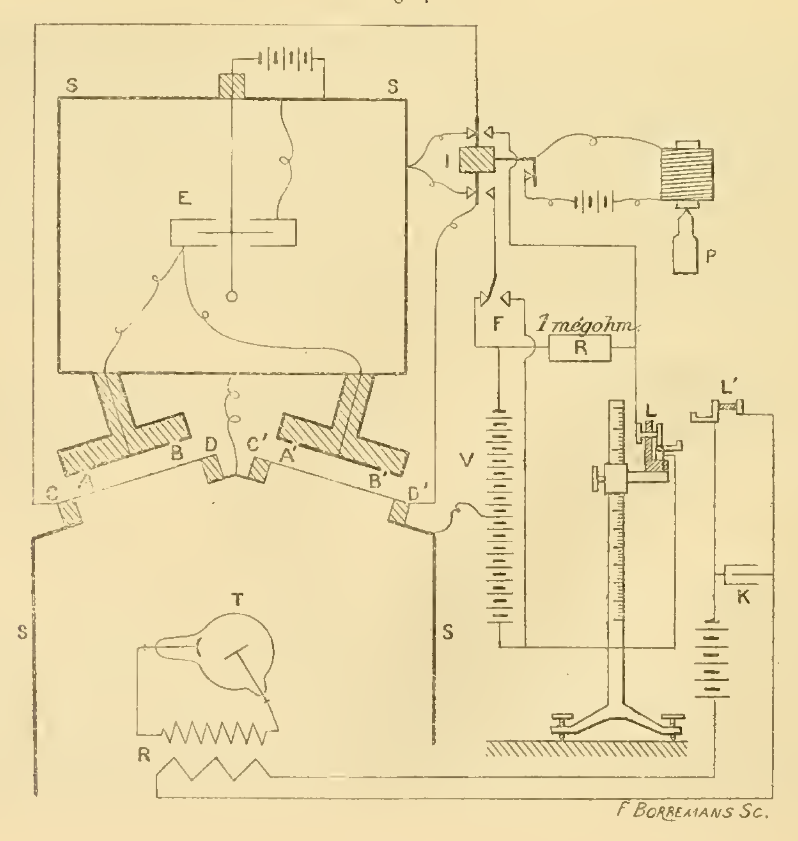

Q0
P
Q
N
N'
O
t
II
I
−Q
Q0
+Q
IV
III
O
n
p
t
−Q
F BORREMANS Sc.

Fig. 4.


S
S
E
I
P
F
1 mégohm
R
L
L'
B
D
C'
A'
C
A
B'
D'
V
T
S
S
K
R
F BORREMANS Sc.

expérimentales III et IV (*fig.* 3) qui donnent d'une manière très nette l'instant p de l'arrivée des derniers ions positifs et l'instant n de l'arrivée des derniers ions négatifs.

» Les mobilités k_1 et k_2 se déduisent de la mesure des temps t_1 et t_2 par détermination des instants O (passage de la radiation), p et n, au moyen d'une méthode de zéro qui élimine les variations du tube de Crookes et qui consiste à relier AB à une lame identique A'B' à laquelle on fait recueillir $+Q$ quand on veut déterminer le point O, et $-Q$ quand il s'agit de p ou n.

» III. *Détermination du point* O. — 1° Les connexions étant celles indiquées par la figure 4, le basculeur I est déplacé de gauche à droite de manière à provoquer simultanément la chute du poids P et la création de champs égaux et de même sens en ABCD et A'B'C'D'. Dans sa chute, P rencontre le levier L' qui fait passer la décharge, puis le levier L qui renverse le champ en ABCD; 2° le basculeur est ramené dans sa position initiale.

» Le point O se détermine en cherchant sur le cathétomètre la position *au-dessous* de laquelle le levier L ne peut descendre sans que l'électromètre prenne une déviation permanente après ces opérations.

» *Détermination de p ou n.* — La connexion est changée en F, et l'on cherche sur le cathétomètre la position *au-dessus* de laquelle le levier L ne peut monter sans que l'électromètre prenne une déviation permanente.

» Les temps t_1 et t_2 sont calculés d'après la loi de la chute des corps.

» Les résultats obtenus pour différents gaz sous différentes pressions seront donnés et interprétés ultérieurement. »

PHYSIQUE. — *Recherche d'une unité de mesure pour la force de pénétration des rayons X et pour leur quantité.* Note de M. G. **Contremoulins**, présentée par M. Marey. (Extrait.)

« Faute de termes de comparaison, les examens radiographiques sont pratiqués actuellement d'une façon empirique par chaque radiographiste et nulle entente n'est possible entre eux. Pour remédier à cette confusion, nous avons imaginé deux moyens de comparer oculairement des teintes équivalentes qui traduisent les deux facteurs essentiels à connaître : 1° le degré de pénétration des rayons; 2° la quantité des rayons émis dans un temps donné.

» Ces deux facteurs, *quantité* et *pénétration*, sont déterminés par lec-

tures simultanées fournies par la fluorescence d'un écran de platinocyanure de baryum, disposé derrière deux fenêtres confondues par un de leurs bords, avec une troisième éclairée par une lumière artificielle d'intensité variable.

» 1° *Lumière étalon.* — Une portion de flamme d'acétylène est projetée, par un dispositif optique, sur la surface dépolie d'un prisme à réflexion totale formant la fenêtre étalon.

» Ce dispositif permet de faire varier à volonté l'intensité lumineuse de la fenêtre. Il est mû par une crémaillère et porte un curseur se déplaçant sur une échelle graduée en carcel-mètre.

» Un écran coloré (cuve à faces parallèles contenant une solution titrée de sulfate de cuivre) permet d'identifier la teinte de la lumière étalon avec celle de l'écran fluorescent.

» 2° *Détermination du facteur quantité.* — A l'avant de la fenêtre découvrant la portion de l'écran fluorescent servant à la mesure de la quantité de rayons émis, un verre neutre, d'une opacité déterminée, est placé de telle sorte qu'il recouvre entièrement cette fenêtre.

» L'égalité des deux teintes est obtenue soit en faisant varier le dispositif optique, dans le cas où l'on désire mesurer la production de l'ampoule, soit, au contraire, en faisant varier l'intensité du courant dans celle-ci, si l'on désire se placer dans des conditions déterminées d'avance.

» 3° *Détermination du facteur pénétration.* — Au-dessus de la fenêtre étalon se trouve disposée la fenêtre découvrant la surface de l'écran fluorescent servant à déterminer la pénétration des rayons observés.

» A l'arrière de cette fenêtre, c'est-à-dire entre le tube de Crookes et l'écran, un disque métallique portant des secteurs d'épaisseur toujours croissante est fixé de telle sorte qu'il est aisé d'amener un de ces secteurs en regard de la fenêtre. La succession de ces interpositions, allant de la plus faible à la plus forte, par exemple, permet de choisir celle qui identifie la teinte de l'écran fluorescent avec la teinte de la fenêtre étalon et, par conséquent, en même temps avec la teinte de la fenêtre déterminant le facteur quantité.

» Tandis que l'éclat de la fenêtre déterminant le facteur *quantité* est voilé par un verre neutre interposé entre l'écran fluorescent (qui reçoit directement les radiations de l'ampoule) et l'œil de l'expérimentateur, l'éclat de la fenêtre déterminant le facteur *pénétration* est réduit par l'interposition de la masse métallique placée, au contraire, entre la source radiante et l'écran fluorescent.

» Il était nécessaire de rendre ces lectures simultanées et de ramener les deux facteurs à une même comparaison de teintes équivalentes, car, par suite de la variation du facteur quantité, l'éclat de la fenêtre donnant le facteur pénétration varie en raison directe de la quantité des rayons émis.

» La flamme prise comme lumière étalon est obtenue avec du gaz acétylène sec et sous pression constante.

» Dans l'appareil, l'écran fluorescent est protégé des radiations par une lame de plomb qu'un levier écarte seulement pendant la lecture, de telle sorte que l'action

radiogène est réduite au minimum. Mais, en outre, cet écran est démontable et peut être aisément régénéré.

» Cet appareil permet d'amener un tube de Crookes à un régime défini par avance pour un examen déterminé, ou, inversement, de déterminer l'état particulier d'un tube.

» Les variations de la sensibilité rétinienne n'ont plus à entrer en ligne de compte, puisque l'observation de l'expérimentateur ne porte que sur une identification de teinte avec une source lumineuse de valeur connue. Enfin l'appareil permet en outre de mesurer le degré de cette sensibilité rétinienne aux radiations de l'écran fluorescent.

» Il va de soi que, dans le dispositif décrit, toutes les conditions propres à assurer la constance des résultats sont prévues.

» 1° Le tube de Crookes est rendu solidaire de l'appareil de mesure et, quel qu'il soit, son anticathode occupe toujours la même position par rapport à cet appareil : il est à une distance invariable, égale à $0^{m},35$, de l'appareil de mesure.

» 2° Le nombre d'interruptions par seconde est déterminé une fois pour toutes (40 interruptions par seconde).

» 3° Les déterminations faites dans ces conditions entraînent l'obligation d'opérer en maintenant invariablement l'anticathode du tube à la même distance de la plaque sensible pour toutes les recherches ($0^{m},75$).

» Il est sous-entendu que les plaques employées et les formules de développement de ces plaques, ainsi que la température des bains, doivent être également aussi constantes que possible. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de réaction entre les corps à l'état solide et à l'état gazeux.* Note de M. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« On met en présence, à une température T, deux corps A et B, lesquels, par réaction chimique, donnent naissance à d'autres corps, par exemple M et N. Quels que soient ces corps, il est permis de considérer, à la même température T, convenablement choisie, et sous un même volume V, deux systèmes : l'un comprenant les corps A et B, l'autre les corps M et N ; dans chacun de ces systèmes les corps solides étant accompagnés par le mélange de leurs vapeurs.

» Ces corps étant pris en quantités équivalentes, on pourra passer du premier système au deuxième par une série de modifications réelles ou virtuelles : tout d'abord, la quantité formée des corps M et N sera si faible que ces corps se déposeront dans la vapeur; puis, lorsqu'ils se déposeront à l'état solide, soit simultanément, soit successivement, on aura les quatre corps solides en présence du mélange de leurs vapeurs, puis A et B n'exis-

teront plus à l'état solide, et enfin les dernières traces de leurs vapeurs disparaîtront.

» La suite des modifications effectuées, alors que les quatre corps existent à l'état solide, sera d'autant plus étendue que la température T_1 sera plus basse; elle sera seule à considérer au zéro absolu. Ces modifications se feront sous volume constant et en même temps sous pression constante, car la pression ne dépend pas de la grandeur des masses solides en présence.

» I. Cela posé, je suppose dans le mélange des vapeurs, en présence des quatre corps solides, une modification chimique augmentant de dm le deuxième système aux dépens du premier; cette modification se produisant à une température T_1 sans être accompagnée d'une vaporisation et d'une condensation dues à la présence des solides.

» Je peux, à l'aide d'un système comprenant les quatre corps A, B, M, N en équilibre chimique, soit à la température T_1, soit à une autre quelconque, considérer un cycle réversible qui permettra de ramener la vapeur à sa composition initiale; ce cycle donnera le travail non compensé de la modification chimique considérée, ou la variation de signe contraire du potentiel thermodynamique $-\frac{d\mathfrak{F}}{dm}dm$; on aura pour cette modification

$$\frac{dU}{dm_v} = T_1 \frac{ds}{dm_v} + \frac{d\mathfrak{F}}{dm}.$$

» La même modification chimique peut être supposée dans les masses solides, sans accompagnement d'autre phénomène. A l'aide du même cycle que le précédent, on pourra rétablir la composition initiale; le travail non compensé est le même que précédemment.

» On a, pour cette modification,

$$\frac{dU}{dm_s} = T_1 \frac{dS}{dm_s} + \frac{d\mathfrak{F}}{dm}.$$

» D'où il résulte que $\frac{dU}{dm_v}$ et $\frac{dU}{dm_s}$ tendent vers une même valeur $\frac{d\mathfrak{F}}{dm}$ quand T_1 tend vers zéro.

» II. A la température T_1, je considère un mélange des vapeurs de A et B en proportions équivalentes; de même un mélange comprenant des masses équivalentes des vapeurs de M et de N, sous le même volume V.

» Je peux passer d'un système à l'autre par une série d'opérations : 1° séparation osmotique du premier mélange en ses composants; 2° com-

pression de ces composants pour les mettre en équilibre avec le mélange A, B, M, N dans le volume V; 3° entrée de ces composants; 4° action chimique avec production de M et N; 5° sortie de ces derniers corps; 6° leur décompression; 7° la formation de leur mélange sous le volume V. Toutes ces opérations, sauf l'action chimique, sont réversibles

$$U_{MN} - U_{AB} \quad \text{ou} \quad \sum \int dU = \sum \int T_1 \, dS - \sum \int p \, dv + \frac{d\mathfrak{F}}{dm}.$$

» Lorsque T_1 devient égal à zéro, on a

$$U_{MN} - U_{AB} = \frac{d\mathfrak{F}}{dm} = \frac{dU}{dm_s},$$

égalité qui représente la loi suivante :

» *La chaleur mise en jeu dans la réaction totale de corps pris sous l'état solide et supportant une pression produite par la tension des vapeurs qu'ils émettent, et la chaleur mise en jeu dans la réaction totale et sous volume constant des mêmes corps pris à l'état gazeux, tendent vers la même valeur au zéro absolu.*

» III. La variation d'énergie interne dans la vaporisation sous pression constante de l'unité de masse d'un corps solide est donnée par la relation connue

$$T(v - u)\left(\frac{df}{dT} - \frac{f}{T}\right);$$

elle tend vers zéro avec T.

» La détente d'une vapeur, son mélange réversible avec d'autres se produisent avec une variation d'énergie interne qui tend vers zéro avec T.

» On peut en déduire facilement la loi énoncée ci-dessus. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs de dissolution de l'ammoniaque solide et liquide prise vers — 75°, et chaleur latente de fusion de l'ammoniaque solide.* Note de M. G. **Massol**.

« La chaleur latente de fusion de l'ammoniaque n'a pas été déterminée expérimentalement; cependant cette donnée est nécessaire si l'on veut comparer les chaleurs de formation des sels ammoniacaux avec celles des autres sels alcalins, tous les corps étant pris dans les mêmes conditions initiales.

» La méthode que j'ai adoptée a consisté à dissoudre dans l'eau du calorimètre : 1° l'ammoniaque liquide prise à — 75°, c'est-à-dire sensiblement à sa température de solidification; 2° l'ammoniaque solide prise à une température aussi rapprochée que possible de — 75°, sa température de fusion; la différence algébrique des deux actions thermiques donnera ainsi le nombre cherché, à une petite erreur près, provenant de ce qu'il n'est pas possible de prendre le corps sous ses deux états exactement à la même température.

» *Chaleur de dissolution de* AzH^3 *liquide à* — 75°. — Après quelques essais, j'ai dû renoncer à faire cette détermination en versant l'ammoniaque refroidie dans l'eau du calorimètre. Il se produit en effet une vive réaction, accompagnée de projection et volatilisation d'une certaine quantité d'ammoniaque, qui produit un abaissement de température et un dépôt de rosée sur les parois du vase calorimétrique.

» J'ai été alors amené à renfermer l'ammoniaque dans un tube en verre très mince, préalablement étiré vers le milieu, et qui était brisé par un coup sec donné sur la partie étranglée, au moment de sa projection dans l'eau du calorimètre. Mais, dans ce cas encore, le tube remontait à la surface et un violent jet d'ammoniaque liquide et gazeuse projetait la plus grande partie du contenu au dehors. J'ai pu éviter cet inconvénient en saisissant immédiatement le tube avec un fil de platine roulé en spirale, et le maintenant dans l'eau au fond du calorimètre. L'opération était terminée en quelques minutes; l'ammoniaque était ensuite dosée alcalimétriquement, et les débris de verre recueillis, séchés et pesés.

» Dans ces conditions, il était nécessaire de tenir compte de la chaleur absorbée par le verre; la chaleur spécifique n'ayant pas été déterminée pour ces basses températures, j'ai fait une série de déterminations avec des fragments des tubes dont je m'étais servi, préalablement refroidis dans le bain d'acide carbonique solide et d'éther. J'ai ainsi trouvé pour la chaleur spécifique moyenne entre — 75° et + 10° : 0,180, nombre peu différent de celui de Dulong et Petit (0,177 entre 0° et + 100°).

» Dans des expériences préliminaires, j'avais déterminé approximativement le volume d'ammoniaque liquide qu'il me fallait prendre pour que, étant dissous dans 500^g d'eau, le mélange final correspondît sensiblement à 1^{mol} de AzH^3 dans 100^{mol} d'eau.

» La moyenne de huit expériences suffisamment concordantes m'a donné 1^{mol} de AzH^3 pour 94^{mol} d'eau.

» Dans ces conditions, la chaleur de dissolution a été en moyenne :

$$AzH^3\,\text{liq.}\,(17^g \text{ à } -75^\circ) + H^2O\,\text{liq.}\,(94^{mol} \text{ à } +10^\circ) = AzH^3\,\text{diss.} \ldots \quad +1^{Cal},77.$$

» *Chaleur de dissolution de l'ammoniaque solide.* — J'ai opéré dans des conditions analogues pour l'ammoniaque solide : AzH^3 liquide, recueilli dans un tube en verre très mince étiré vers son milieu, était solidifié dans le mélange d'acide carbonique et d'éther, placé sous le récipient d'une machine pneumatique (un long tampon de coton était placé à la partie supérieure du tube à ammoniaque, pour éviter la formation du carbonate d'ammoniaque). Après solidification complète, je laissais la

température s'élever très lentement; une soudure thermo-électrique, en contact direct avec AzH^3 solide, était reliée avec un galvanomètre gradué en degrés centigrades (+10° à —200°) et contrôlé avec un thermomètre à toluène.

» Dans dix expériences, la température initiale a varié entre —80° et —76°; la quantité de AzH^3 solide dissous dans 500^g d'eau a été en moyenne de $4^g,60$, soit 1^{mol} de AzH^3 pour 102^{mol} d'eau.

» La moyenne des chaleurs de dissolution a été :

$$AzH^3\,\text{sol.}\,(1^{mol} = 17^g) + H^2O\,\text{liq.}\,(102^{mol}\ \text{à}\ +10°) = AzH^3\,\text{diss.}\dots\quad -0^{Cal},068.$$

» *Chaleur latente de fusion de* AzH^3 *solide*. — Si l'on ajoute à la chaleur de dissolution de AzH^3 solide ($-0^{Cal},068$) la quantité de chaleur absorbée par AzH^3 liquide ($+1^{Cal},77$) l'on trouve $-1^{Cal},838$, nombre qui représente la *chaleur latente de fusion moléculaire* de l'ammoniaque solide, et qui est très voisin de la chaleur latente de fusion moléculaire de l'eau, $-1^{Cal},43$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Dosage volumétrique du thallium*. Note de M. V. Thomas, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* (1) j'ai montré qu'on pouvait doser avec une grande exactitude le thallium existant dans une solution sous forme de composés thalleux. La méthode que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie est beaucoup plus rapide et permet, par un simple titrage d'iode, de trouver très exactement aussi la teneur d'une solution en sel thallique.

» Le principe de la méthode n'est du reste pas nouveau. Il a été indiqué par Feit en 1889 (2). Lorsque l'on traite un sel thallique par de l'iodure de potassium, on obtient un précipité noir verdâtre qu'on considère comme un mélange d'iodure thalleux et d'iode résultant du dédoublement d'un triiodure instable

$$TlI^3 = TlI + I^2.$$

» D'après Feit, pour doser ainsi volumétriquement le thallium, la solution doit renfermer le métal sous forme de sulfate thallique. *La transformation en sulfate thallique est absolument nécessaire dans le cas où le thallium existerait dans la liqueur sous forme de composés halogénés*. On ajoute un excès d'iodure de potassium, puis suffisamment de solution arsénieuse pour

(1) *Comptes rendus*, 14 mai 1900.

(2) *Zeitschrift für analytische Chemie*, t. XXVIII, p. 314.

que le précipité d'iodure thalleux soit d'un jaune pur. On filtre, et sur une partie du filtrat on dose l'excès d'acide arsénieux ajouté.

» En opérant ainsi, Feit a trouvé 80,2 pour 100 en moyenne de thallium, tandis qu'un dosage gravimétrique (pesée d'iodure) a donné en moyenne 79,5 de métal dans du sulfate thalleux qui, théoriquement, doit en contenir 81,12 pour 100. Il est vrai que le sulfate thalleux employé n'était pas pur; on ne peut avoir aucun doute à ce sujet, Feit nous apprenant lui-même qu'il ne connaissait pas exactement la teneur en thallium de son sulfate (1).

» Le sel dont je suis parti pour expérimenter la méthode est le protochlorure, qui peut être obtenu facilement à l'état de pureté (2). Pour le transformer en composé thallique, une bonne méthode consiste à employer le mélange de chlorate de potasse et d'acide chlorhydrique. En faisant usage d'un grand excès de mélange oxydant, on peut être certain que la transformation est totale. Avant de procéder au dosage proprement dit, il est *absolument nécessaire* de maintenir l'ébullition jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de traces de chlore (3).

» Voici maintenant le mode opératoire que j'ai reconnu donner les meilleurs résultats :

» La solution de sel thallique, convenablement étendue, est additionnée successivement d'hyposulfite de soude titrée en excès, d'iodure de potassium (exempt d'iodate) en excès, puis d'un volume déterminé d'empois d'amidon, 1^{cm^3} par exemple. On fait alors couler dans la liqueur de la solution d'iode jusqu'à coloration bleue.

» Si la quantité de thallium à doser est très faible, on peut effectuer le titrage dans un vase à précipiter ou une fiole conique quelconque. Lorsqu'on opère avec des solutions concentrées, il est préférable de placer la solution thallique dans un col droit bouché à l'émeri. Après addition d'iodure de potassium, on peut, dans ces conditions, facilement rassembler le précipité d'iodure de thallium par une agitation de quelques secondes. La coloration bleue de l'iodure d'amidon apparaît alors très nettement et le virage est d'une bonne sensibilité.

» La méthode ainsi appliquée diffère, comme on le voit, essentiellement de la méthode de Feit. Elle paraît, du reste, tout à fait générale. Elle s'applique aussi bien en solution étendue qu'en solution très concentrée. Je l'ai du reste vérifiée pour des concentrations très variables.

» Dans certaines de mes expériences, la quantité de thallium à doser était inférieure à $0^{g},006$ et le volume de la solution à titrer était de plus de 500^{cm^3}, ce qui

---

(1) *Loc. cit.*, p. 318.

(2) Voir ma Note aux *Comptes rendus* du 14 mai 1900.

(3) Le chlorure thallique, à moins d'être en *solution extrêmement concentrée*, est tout à fait stable dans ces conditions.

représente une dilution de près de $\frac{1}{100000}$. Avec de telles dilutions et de si petites quantités de métal, l'exactitude n'est limitée que par les erreurs inhérentes à la lecture de très petits volumes. Dans les expériences normales, la teneur en thallium était d'environ $0^g,200$ et la dilution $\frac{1}{200}$; enfin, dans une troisième série d'expériences, chaque prise d'essai, soit 50^{cm^3}, renfermait plus de 1^g de thallium (dilution $> \frac{1}{50}$).

» La présence des sels ammoniacaux et des sels alcalins n'influe pas sur les résultats du dosage. La quantité d'iodure de potassium ajouté en excès paraît aussi tout à fait indifférente.

» Voici, à titre d'exemples, quelques résultats de dosages :

» *a. Solutions diluées.* — Prise d'essai : 50^{cm^3} de solution renfermant $0^g,00538$ de thallium.

» On a trouvé 0,00588, 0,00544, 0,00588, 0,00558.

» La même prise d'essai additionnée de 50^{cm^3} d'une solution au $\frac{1}{10}$ de chlorhydrate d'ammoniaque a donné Tl = 0,00544. Par addition d'un même volume d'une solution au $\frac{1}{10}$ d'azotate d'ammoniaque, on a trouvé Tl = 0,00544. En effectuant le même dosage après addition de 25^{cm^3} d'une solution de sulfate d'ammoniaque à 20 pour 100, le chiffre de thallium a été trouvé identique à celui des dosages précédents.

» *b. Solutions concentrées.* — Prise d'essai : 20^{cm^3} de solution renfermant $0^g,3935$ de thallium.

» On a trouvé : 0,3957, 0,3925, 0,3918, 0,3928, 0,3925.

» *c. Solutions moyennement concentrées.* — Prise d'essai : 50^{cm^3} de solution renfermant 0,2013 de thallium.

» Les chiffres de thallium trouvés sont 0,2018, 0,2009, 0,2012. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sulfates acides et basiques de néodyme et de praséodyme.* Note de M. CAMILLE MATIGNON.

« *Bisulfate de néodyme.* — Quand on évapore, à basse température, un mélange d'acide sulfurique en excès et d'un sel de néodyme à acide volatil, dans le but de doser le métal sous forme de sulfate, on constate que le départ de l'acide sulfurique s'arrête avant d'atteindre le sulfate neutre. A ce moment, on peut distinguer dans le creuset de petites aiguilles soyeuses constituant un nouveau sulfate, le sulfate acide

$$Nd^2O^3, 3SO^3, 3SO^4H^2 \quad \text{ou} \quad Nd(SO^4H)^3.$$

» Un mélange de $2^g,5468$ d'oxyde de néodyme et d'acide sulfurique, soumis à la température de 200°-220°, a laissé un résidu cristallin pesant 4,1010; on en déduit :

	Trouvé.	Calculé $Nd(SO^3H)^3$.
Nd	32,85	33,05

0,1534 de $NdCl^3H^2O$ [1], évaporés en présence de SO^4H^2 dans les mêmes conditions, ont fourni un résidu du nouveau sel pesant 0,2473 :

	Trouvé.	Calculé.
Nd..................................	33,20	33,05

» Le meilleur mode de préparation consiste à traiter le sulfate neutre par l'acide sulfurique bouillant : le sulfate, insoluble à froid, se dissout à l'ébullition et laisse déposer le corps bien cristallisé par refroidissement.

» Après filtration sur l'amiante, à l'abri de l'air humide et dessiccation sur une plaque de porcelaine dégourdie, le sel, porté au rouge sombre, perd $3SO^4H^2$ pour se transformer en sel neutre.

» Le sulfate acide de néodyme se présente en fines et longues aiguilles soyeuses, pouvant atteindre 2^{cm} de longueur; elles sont extrêmement déliquescentes; en lumière polarisée parallèle, elles s'éteignent à 12° environ de leur axe d'allongement. L'angle d'extinction ne peut être déterminé avec précision, car ces aiguilles, par hydratation, se transforment rapidement en un agrégat de petits cristaux sans action sur la lumière polarisée. Abandonnées à l'air humide, ces belles aiguilles roses se transforment finalement en cristaux du sel normal à $8H^2O$ baignés dans une solution sulfurique étendue.

» La solubilité dans l'acide à 66° bouillant est peu élevée : 100^g de solution contiennent $1^g,30$ de sel acide ou $0^g,860$ de sel anhydre.

» La chaleur de dissolution dans l'eau déterminée à 16° a été trouvée égale à $64^{Cal},20$:

$$(SO^4)^3Nd^2, 3SO^4H^2 + Aq = 3SO^4H^2 \text{ diss.} + (SO^4)^3Nd^2 \text{ diss.} \ldots \quad + 64^{Cal},20.$$

» J'ai trouvé, d'autre part, $37^{Cal},2$ pour la chaleur de dissolution du sulfate neutre anhydre à la même température :

$$(SO^4)^3Nd^2 + Aq = (SO^4)^3Nd^2 \text{ diss.} \ldots\ldots \quad + 37^{Cal},2.$$

» En tenant compte de la chaleur de dissolution de l'acide sulfurique ($17^{Cal},9$ par molécule) dans les conditions mêmes de l'expérience, on en déduit la chaleur de formation du sel :

$$(SO^4)^3Nd^2 \text{ sol.} + 3SO^4H^2 \text{ sol.} = 2(SO^4)^3Nd \ldots\ldots \quad + 26^{Cal},3.$$

» La valeur $\frac{26,3}{3} = 8^{Cal},8$ par molécule d'acide sulfurique est bien inférieure aux 17^{Cal} qui correspondent à la génération dans les mêmes conditions du bisulfate de soude; elle explique la grande instabilité de ce sel acide.

» *Sulfate basique de néodyme.* — Le sulfate neutre, chauffé modérément à la lampe d'émailleur, ne perd pas tout son anhydride sulfurique; il se forme alors un produit stable basique, de formule $Nd^2O^3SO^3$ ou $SO^4(NdO)^2$; un poids de 0,2473 de

(1) C. MATIGNON, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 289.

sulfate acide, chauffé dans ces conditions, laisse un résidu de poids invariable et égal à 0,1232. On en déduit :

	Trouvée.	Calculée.
Perte [$Nd(SO^4H)^3$ en $SO^4(NdO)^2$]...........	50,2	52,24

» La transformation se fait beaucoup plus régulièrement en chauffant le sulfate au moufle dans le voisinage de 1000°; on n'a pas à craindre à cette température la décomposition du sel basique

	Trouvée.		Calculée.
Perte [$(SO^4)^2Nd$ en $SO^4(NdO)^2$]....	27,7	27,4	27,8

» Le sulfate basique ainsi obtenu est en poudre amorphe rose insoluble dans l'eau.

» *Sulfate acide de praséodyme.* — Ce sulfate se forme dans les mêmes conditions que celui du néodyme; il présente d'ailleurs avec lui les analogies les plus étroites. Les aiguilles, plus fines que celles du sel de néodyme, sont plus difficiles à débarrasser complètement de l'acide sulfurique dans lequel elles ont cristallisé; aussi les valeurs suivantes sont-elles un peu fortes :

	Trouvée.		Calculée.
Perte [$(SO^4H)^3Pr$ en $(SO^4)^3Pr^2$]..	35,9	36,1	34,06

» La transformation du sulfate neutre en sulfate acide par évaporation de l'acide sulfurique à 210° a fourni les meilleurs dosages :

	Trouvée.	Calculée.
Augmentation [$(SO^4)^3Pr^2$ en $(SO^4H)^3Pr$].....	51,4	51,67

» Le sulfate acide de praséodyme agit sur la lumière polarisée comme celui de néodyme; il est aussi clinorhombique ou anorthique; son angle d'extinction a été trouvé voisin de 12°. Les deux sels sont donc isomorphes.

» La solubilité dans l'acide sulfurique bouillant est inférieure à celle du sulfate acide de néodyme : 100^g de la solution contiennent 1^g,02 de sel acide ou 0^g,675 de sel neutre.

» Sa chaleur de dissolution dans l'eau à 15° est égale à 65^{Cal},5 :

$$(SO^4)^3Pr^2, 3SO^4H^2 \text{ sol.} + Aq = 3SO^4H^2 \text{ diss.} + (SO^4)^3Pr^2 \text{ diss.} \quad +65^{Cal},5$$

» D'autre part, le sulfate neutre et anhydre de praséodyme se dissout dans l'eau en dégageant 36^{Cal},0 :

$$(SO^4)^3Pr^2 \text{ sol.} + Aq = (SO^4)^3Pr^2 \text{ diss.} \ldots\ldots \quad +36^{Cal},0$$

On en déduit la chaleur de formation :

$$(SO^4)^3Pr^2 \text{ sol.} + 3SO^4H^2 \text{ sol.} = 2(SO^4H)^3Pr^2 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +24^{Cal},2$$

» Sa chaleur de formation est inférieure à celle du sel correspondant de néodyme, de là une stabilité moindre. Quand on élève progressivement la température des deux sels acides, celui de praséodyme perd son acide sulfurique, alors que l'autre sel n'est pas encore décomposé.

» *Sulfate basique de praséodyme.* — On le prépare comme celui de néodyme; le sulfate neutre porté vers 1000° perd de l'anhydride sulfurique et forme le sel basique $Pr^2O^3SO^3$ ou $SO^4(PrO)^2$:

	Trouvée.		Calculée.
Perte $[(SO^4)^3Pr^2$ en $SO^4(PrO)^2]$....	28,4	28,4	28,1

» C'est une poudre amorphe, d'un vert pâle, insoluble dans l'eau.

» *En résumé*, j'ai : 1° signalé l'existence des nouveaux sels: $Nd(SO^4H)^3$, $Pr(SO^4H)^3$, $(NdO)^2SO^4$, $(PrO)^2SO^4$; 2° indiqué l'existence de quelques-unes de leurs propriétés. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Procédé de dosage alcalimetrique du méthylarsinate disodique, ou arrhénal.* Note de M. A. ASTRUC. (Extrait.)

« Je me propose de faire connaître un procédé simple et rapide de dosage de ce produit proposé récemment par M. le professeur A. Gautier, procédé basé sur sa réaction alcaline.

» Le méthylarsinate de soude analysé correspondait à la formule

$$AsO\begin{cases}CH^3\\ ONa\\ ONa\end{cases}, 5H^2O$$

dont la teneur théorique est 32,84 pour 100 d'eau et 27,37 pour 100 d'arsenic.

» J'ai dissous $1^g,030$ du produit dans 100^{cm^3} d'eau distillée. La solution obtenue, très sensiblement neutre au bleu Poirrier, est alcaline à la teinture de tournesol, au tournesol-orcine, à l'acide rosolique, à la phtaléine du phénol, à l'hélianthine A.

» 10^{cm^3} de cette solution (représentant par conséquent $0^g,103$ de produit), neutralisés vis-à-vis des réactifs colorants au moyen d'une solution demi-décinormale d'acide sulfurique (à $4^g,9$ pour 1000), exigent respectivement pour la saturation : $3^c,7$ à la teinture de tournesol, à l'acide rosolique, au tournesol-orcine, $3^c,2$ à $3^c,6$ à la phénolphtaléine et $6^c,1$ à 7^c à l'hélianthine A.

» Or, en tenant compte de ce qu'à 1^{mol} d'acide monobasique correspond 1^{mol} de méthylarsinate disodique, on trouve que, vis-à-vis de la teinture de tournesol, du tournesol-orcine et de l'acide rosolique, les quantités d'acide ci-dessus représentent $0^g,101$ de produit mis en œuvre. La réaction qui s'effectue peut s'écrire :

$$AsO\begin{cases}CH^3\\ ONa\\ ONa\end{cases} + RH = NaR + AsO\begin{cases}CH^3\\ ONa.\\ OH\end{cases}$$

» Le liquide ainsi neutralisé à ces trois réactifs est encore fortement alcalin à l'hé-

lianthine A, mais le changement de coloration du témoin, par addition d'acide, n'est pas brusque, se fait progressivement entre $1^{mol},5$ et 2^{mol}. Le virage à la phénolphtaléine manque également de précision. Seules les réactions colorées obtenues avec le tournesol, le tournesol-orcine, l'acide rosolique sont très facilement perçues; cette dernière est même d'une très grande netteté.

» Une méthode de dosage du méthylarsinate disodique ou arrhénal peut donc être basée sur ce fait que, en présence du tournesol, du tournesol-orcine, et *surtout de l'acide rosolique*, 1^{mol} du corps exige pour la neutralisation 1^{mol} d'acide monobasique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'arabinose.* Note de M. G. CHAVANNE, présentée par M. Haller.

« Jusqu'à l'an dernier on n'obtint, dans l'action du chlorure d'acétyle sur le glucose et le galactose, que des acétochlorhydroses impurs, qui ne donnaient que peu de garanties pour des synthèses ultérieures, effectuées en les prenant comme point de départ. Pendant l'année 1901 parurent deux Mémoires importants sur le sujet. Dans l'un, Kœnigs et Knorr décrivent la préparation de l'acétobromhydrose β du glucose tout à fait pur et le passage de ce corps au β-pentacétylglucose, à l'acétonitroglucose et à des glucosides alcooliques ou phénoliques, puis des recherches analogues sur le galactose. Dans l'autre, Fischer donne un mode général de préparation des acétobromhydroses et acétochlorhydroses des glucoses par l'action des hydracides liquéfiés sur les dérivés pentacétiques correspondants. Il met en évidence les deux séries stéréoisomères de composés que l'on déduit des deux pentacétylglucoses α et β. Enfin il applique sa méthode au maltose et fait la synthèse de maltosides.

» Je me suis proposé d'étudier, dans des réactions analogues, un sucre en C^5, l'arabinose, que j'avais eu l'occasion de préparer tout à fait pur et en assez grande quantité pour obtenir ses produits d'oxydation.

» J'ai utilisé, la méthode de Kœnigs et Knorr qui m'a conduit jusqu'ici à un acétochlorarabinose et à un acétobromarabinose tout à fait purs.

» *Acétobromarabinose.* — 5^g d'arabinose pur ($[\alpha]_D = 105°12'$), desséché à 100° et refroidi préalablement dans un mélange réfrigérant de glace et de sel, sont placés avec $16^g,4$ de bromure d'acétyle pur (4^{mol}) et préalablement refroidi dans les mêmes conditions, dans une fiole à fond plat, soigneusement desséchée et refroidie. Un tube à chlorure de calcium desséché protège le mélange contre l'humidité atmosphérique.

» Le matras étant maintenu dans la glace, ou mieux dans un mélange réfrigérant, la réaction marche très régulièrement et l'on obtient, après 5 ou 6 heures, un sirop à peine jaune. Si l'on ne prenait pas la précaution de refroidir préalablement les corps à réagir, la réaction partirait tout d'un coup avec violence et l'on ne pourrait rien extraire du sirop noirâtre que l'on obtiendrait.

» On reprend par l'éther et on lave la solution éthérée à l'eau glacée contenant un peu de bisulfite pour enlever l'arabinose en excès, puis avec une solution de carbonate de soude et enfin à l'eau. On sèche sur du sulfate de soude desséché au rouge, et l'on évapore dans le vide sec la solution incolore. On obtient ainsi des aiguilles dures, incolores, transparentes, que l'on peut faire recristalliser dans l'éther et qui fondent alors à 137°.

» La combustion et le dosage de brome conduisent à la formule

$$C^5H^6O(C^2H^3O^2)^3Br.$$

» Le rendement est d'environ 2g de produit pur pour 5g d'arabinose.

» Cet acétobromhydrose est peu soluble dans l'alcool éthylique et l'alcool méthylique froids, davantage à chaud.

» Il est très soluble dans l'acide acétique, le chloroforme, le benzène.

» Il est un peu soluble à chaud dans la ligroïne d'où il cristallise par refroidissement.

» Il est insoluble dans l'eau à froid. Quand on chauffe, il se décompose brusquement avec départ d'acide bromhydrique. Cette décompusition se fait aussi à froid. Aussi faut-il le conserver sur l'acide sulfurique, même quand il est très pur.

» Il réduit la liqueur de Fehling à chaud.

» Il est fortement lévogyre. Le pouvoir rotatoire, mesuré en solution chloroformique, est

$$[\alpha]_D^{17} = -283^\circ 30'.$$

» *Acétochlorhydrose.* — 5g d'arabinose pur desséché à 100° sont placés, à la température ordinaire et à l'abri de l'humidité atmosphérique, dans un matras bien sec avec 10g,5 (4mol), de chlorure d'acétyle pur. La réaction s'effectue lentement et régulièrement, et au bout de 12h environ, l'arabinose a complètement disparu. Il reste un sirop jaune clair qu'on reprend avec du chloroforme pur. On lave la solution chloroformique avec de l'eau glacée contenant un peu de bisulfite, avec une solution de carbonate de soude et enfin à l'eau. On sèche sur du sulfate de soude et l'on distille le chloroforme à basse température. Il reste un sirop qui se concrète partiellement. En ajoutant de l'éther pur, l'acétochlorhydrose qui y est peu soluble se précipite en poudre cristalline qu'on fait recristalliser dans une grande quantité d'éther. Les cristaux obtenus fondent à 148°-149°, plus haut que l'acétobromhydrose. La combustion et le dosage de chlore conduisent à la formule

$$C^5H^6O(C^2H^3O^2)^3Cl.$$

» Le rendement est d'environ 2g de produit pur.

» Cet acétochlorhydrose présente à peu près la même solubilité que l'acétobromhydrose dans les différents solvants. Il est seulement beaucoup moins soluble dans l'éther que ce dernier.

» L'eau le décompose de la même manière.

» Il réduit aussi la liqueur de Fehling à chaud.

» Il est fortement lévogyre. Le pouvoir rotatoire, pris en solution chloroformique, est

$$[\alpha]_D^{18} = -224^\circ 49'.$$

» Je n'ai pu jusqu'ici utiliser ces résultats qu'à un essai de préparation du tétracétylarabinose par l'action de l'acétate d'argent sur l'acétobromhydrose en solution acétique. J'ai obtenu une gomme transparente, incolore, qui, après quelques jours dans le vide sec, a laissé cristalliser de longues aiguilles arborescentes fondant vers 80°. Je n'en ai pas encore recueilli suffisamment pour en faire l'analyse.

» *Phénylhydrazone de l'arabinose.* — Au cours de ces recherches, j'ai été frappé par ce fait que nulle part on ne faisait mention d'une phénylhydrazone de l'arabinose. J'ai donc tenté de la préparer et j'ai réussi. M. Tanret y est arrivé de son côté au cours de ses recherches sur le passage des hydrazones aux sucres correspondants (séance de la *Société chimique* du vendredi 14 mars). Ma méthode étant un peu différente de celle qu'il a suivie, je donnerai ici quelques indications sur mes expériences.

» 10^g d'arabinose pur sont dissous dans un mélange de 20^g d'eau et 25^g d'alcool. On ajoute 7^g de phénylhydrazine, soit 1^{mol} pour 1^{mol} d'arabinose. Il y a échauffement, et le lendemain tout est pris en une masse cristalline formée de petites aiguilles groupées autour d'un centre. Il suffit d'essorer, de laver à l'éther et de sécher à l'étuve pour avoir un corps parfaitement blanc fondant à 150°-151° au bain d'acide sulfurique.

» Cette hydrazone est très peu soluble dans l'eau. Elle paraît donc bien identique à celle obtenue par M. Tanret. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le prétendu binaphtylèneglycol.* Note de M. R. Fosse, présentée par M. A. Haller. (Extrait.)

« Dans des Notes précédentes, nous avons montré que plusieurs des corps formés dans l'action du chloroforme sur le naphtol-β ne possèdent pas la nature qui leur avait été attribuée....

» Nous nous proposons de démontrer, dans cette Note, que le corps désigné sous le nom de *binaphtylèneglycol* $\begin{matrix} C^{10}H^6 - C - OH \\ | \qquad\quad \| \qquad \\ C^{10}H^6 - C - OH \end{matrix}$ n'est autre chose que le dinaphtoxanthydrol $CHOH\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix}\right\rangle O$.

» Pour préparer le prétendu glycol, nous avons rencontré des difficultés : sa production est fonction de la température de la réaction ; à 60° et au-dessus, en employant les proportions indiquées par Rousseau, on n'obtient presque exclusivement que le dérivé trinaphtylméthanique : le naphtyloldinaphtoxanthène ; à 50°, on a un mélange du prétendu glycol et du corps précédent. Pour les séparer, nous avons traité le produit insoluble de la réaction par la potasse alcoolique, qui dissout seulement le naphtyloldinaphtoxanthène et laisse le glycol. Par cristallisation de l'éther, nous avons obtenu de belles aiguilles fondant à 145° en un liquide incolore.

» Ce corps est le dinaphtoxanthydrol, identique au dinaphtoxanthydrol synthétique obtenu précédemment par nous, par l'action de la potasse alcoolique sur le monobromodinaphtoxanthène.

» Nous avons préparé sa combinaison acétique et obtenu, comme Rousseau, un corps fusible à 192°, mais, par de nouvelles cristallisations, le point de fusion atteint 194°. L'analyse nous a fourni des nombres correspondant exactement à la formule $C^{21}H^{13}O.C^2H^3O^2$. Comme confirmation à la nature de ce corps, nous avons fait réagir l'anhydride acétique sur le xanthydrol synthétique et le produit obtenu fournit mêmes résultats à l'analyse, même point de fusion, même forme cristalline. Quand on traite à l'ébullition par l'anhydride acétique le xanthydrol $CHOH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O$ ou son anhydride $O\left(CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O\right)^2$, on obtient le même résultat, qui est le corps : $C^{21}H^{13}O.C^2H^3O^2$.

» Lorsqu'on traite par l'acide bromhydrique fumant et chaud, soit le prétendu glycol, soit le xanthydrol ou son éther oxyde, on obtient une solution rouge sang, qui précipite par les réactifs des alcaloïdes, qui abandonne par refroidissement de magnifiques aiguilles rouges à reflets verts, identiques au monobromodinaphtoxanthène. Ces aiguilles, traitées par l'alcool, se décolorent en oxydant l'alcool en aldéhyde et se transforment en dinaphtoxanthène.

« Les deux équations suivantes représentent ces deux réactions :

$$CHOH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O + HBr = H^2O + CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\ \hline C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O - Br,$$

$$CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\ \hline C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O - Br + C^2H^6O = C^2H^4O + HBr + CH^2\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O.$$

» En résumé, le corps décrit sous le nom de *binaphtylèneglycol* est, en réalité, le dinaphtoxanthydrol ; tous les dérivés du prétendu binaphtylèneglycol ne sont autre chose que les dérivés correspondants du xanthydrol. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les pseudo-acides*. Note de M. **P.-Th. Muller**, présentée par M. A. Haller.

« Si l'on représente par RH la formule d'un acide, sa neutralisation par la soude est exprimée par la formule

$$RH + NaOH = RNa + H^2O,$$

et, en appliquant la règle des mélanges au système dissous, on a pour la réfraction moléculaire

$$\text{réf. RNa} - \text{réf. RH} = \text{réf. NaOH} - \text{réf. } H^2O = K \text{ (constante)}.$$

» La valeur de cette constante est comprise entre 1,50 et 1,60. En fait, pour un grand nombre d'acides de l'ordre de l'acide acétique, on trouve le résultat prévu ([1]).

» Le raisonnement suppose nécessairement que le radical R ait la même structure dans l'acide et dans le sel de soude. S'il n'en est pas ainsi, on doit s'attendre à trouver pour K des nombres notablement différents de 1,55. C'est ce que nous avons pu constater pour un certain nombre de composés isonitrosés de la série grasse : éthers oximidocyanacétiques (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 476), isonitrosomaloniques; pour l'isonitrosoacétone, l'isonitrosocamphre, etc.; nous avons vu la constante K monter jusqu'à 3,5 et 4. Ces corps rentrent dans la catégorie de substances que M. Hantzsch a appelées des *pseudo-acides*, dont la constitution varie quand ils passent à l'état de sels neutres. Nous comptons publier ailleurs les détails de nos expériences. Nous nous contentons d'indiquer ici cette méthode nouvelle de diagnose de la classe intéressante des pseudo-acides ([2]). »

ZOOLOGIE. — *Sur la systématique des Cercomonadines* ([3]) *aciculées sans membrane ondulante*. Note de M. **Louis Léger**, présentée par M. Alfred Giard.

« Le genre *Herpetomonas* a été créé en 1881 par Saville Kent, pour désigner, sous le nom de *H. muscae domesticae*, une Cercomonadine aciculée signalée dès 1851 par Burnett dans l'intestin de la Mouche domestique, et dénommée *Bodo muscae domesticae* par ce dernier. Dans ce même genre, Kent plaçait *provisoirement* un autre Flagellé, découvert par Lewis dans le sang des rats et le désignait sous le nom de *H. Lewisi*. En outre, dans le

---

([1]) Le Blanc et Rolland, *Zeit. f. physik. Chemie*, t. XIX, 1896, p. 264.

([2]) Les Tableaux de la page 476 mettent en évidence une autre propriété de ces pseudo-acides et de leurs dérivés : leur réfraction et leur dispersion subissent une exagération remarquable que ne présentent pas les corps normaux tels que l'acétoxime.

([3]) *Oicomonadaceæ* de Senn (Engler, *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, 1900).

même Ouvrage (¹) Kent crée le genre *Leptomonas* pour une Monadine aciculée *très voisine* de celle de la Mouche, découverte par Bütschli dans l'intestin du *Trilobus* et à laquelle il donne le nom de *L. Bütschlii*.

» Les caractères différentiels des deux genres *Herpetomonas* et *Leptomonas* de Kent sont si peu importants que Bütschli (²), en 1884, les réunit avec raison dans le seul genre *Herpetomonas* qui comprend alors la Monadine de la Mouche, *H. muscae domesticae*, celle du *Trilobus, H. Bütschlii* et enfin le Flagellé des rats, *H. Lewisi*.

» Néanmoins, G. Senn, en 1900, dans les *Flagellata* des *Pflanzenfamilien* d'Engler (*loc. cit.*) rétablit le genre *Leptomonas* pour y faire rentrer les Monadines de la Mouche et du *Trilobus*, tandis qu'il réserve le genre *Herpetomonas* en le faisant dévier complètement de sa première signification (ainsi que l'ont déjà fait remarquer à juste titre Laveran et Mesnil) pour l'Hématozoaire des rats que Kent n'avait pourtant placé qu'avec doute dans son genre *Herpetomonas*.

» Or, les observations précises de Laveran et Mesnil ont montré que l'*Herpetomonas Lewisi* est incontestablement un Trypanosome. S'ensuit-il qu'il faille supprimer le genre *Herpetomonas*, comme le pensent ces derniers auteurs (³), et, dans ce cas, où devra-t-on placer les Monadines de la Mouche et du *Trilobus?*

» D'après la systématique de Senn, elles doivent rentrer dans le genre *Leptomonas*, mais nous avons vu que ce genre, créé par Kent tout exprès pour la Monadine de Bütschli, a été supprimé par ce dernier auteur, qui a reconnu lui-même que son Flagellé présentait tous les caractères assignés par Kent au genre *Herpetomonas*.

» Le genre *Leptomonas* est donc disparu depuis Bütschli (1884) et le genre *Herpetomonas* doit, je crois, subsister avec les caractères à lui assignés, par Kent et Bütschli, pour désigner les Monadines aciculées du *Trilobus* et de la Mouche domestique.

» Pour affirmer cette manière de voir, j'ai pensé qu'il était nécessaire de faire une étude approfondie des Cercomonadines aciculées sans membrane ondulante, encore si peu connues. Les résultats de mes premières

---

(¹) SAV. KENT, *Manual of the infusoria*. London, 1880-1882.

(²) BÜTSCHLI, *Protozoa* (*Bronn's Klass. und Ord. des Thierreichs*. Mastigophora, 1884).

(³) LAVERAN et MESNIL, *Recherches sur le Trypanosome des Rats* (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. XV, 25 septembre 1901, p. 675).

recherches, qui ont porté sur un certain nombre de formes nouvelles de Monadines endoparasites des insectes piqueurs (Diptères et Rhynchotes), voisines de l'*Herpetomonas muscae domesticae,* vont permettre de préciser les caractères de ce genre, ainsi ramené à son premier sens, et montrer les remarquables particularités de structure et d'évolution que présentent ces organismes. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'arsenic et du phosphore organiques dans le traitement de la tuberculose pulmonaire.* Note de M. A. **Mouneyrat**. (Extrait.)

« Ayant trouvé, en collaboration avec M. Armand Gautier (*Comptes rendus*, 10 février 1902), que le méthylarsinate de soude $CH^3 - As \begin{cases} /\!\!/ O \\ - ONa \\ \backslash ONa \end{cases}$ était dépourvu de toxicité et présentait sur le cacodylate le grand avantage de pouvoir s'administrer soit par la voie buccale, soit par la voie hypodermique, j'ai étudié l'action de ce dérivé organique de l'arsenic sur les échanges nutritifs des tuberculeux.

» Mes expériences, commencées fin août, dans divers services hospitaliers, et aussi sur des tuberculeux non hospitalisés, se sont poursuivies jusqu'à ce jour et ont porté sur 120 malades atteints de tuberculose pulmonaire, soit au premier, soit au deuxième degré.

» Tout en confirmant les résultats déjà énoncés par M. Armand Gautier (*Ac. méd.*, 25 février 1902), je dois dire que le méthylarsinate de soude est, dans la plupart des cas, impuissant à lui seul contre la phosphaturie des tuberculeux. J'ai pensé qu'en donnant aux phtisiques, en même temps que du méthylarsinate de soude, un composé phosphoré, facilement assimilable, capable de compenser rapidement les pertes phosphorées que ces malades éprouvent par les urines et les crachats (Teissier, *Thèse de Paris*, 1877), j'obtiendrais de meilleurs résultats qu'avec le dérivé arsénical seul. Les faits cliniques sont venus pleinement confirmer mes prévisions.

» Les phosphates minéraux n'étant que très difficilement assimilés, il était rationnel de penser qu'en fournissant à l'organisme du phosphore sous une forme identique à celle qu'il affecte dans les noyaux des leucocytes, c'est-à-dire sous forme de nucléines, on augmenterait le pouvoir phagocytaire des globules blancs.

» Je me suis servi de l'acide nucléinique $C^{40}H^{54}Az^{14}P^{4}O^{27}$ provenant de la laitance de hareng (Matews, *Z. für phys. Chem.*, p. 408; 1897), préparé par la méthode de Miescher (*Arch. für exp. Path.*, p. 139; 1896).

» J'ai donc associé au méthylarsinate de soude de l'acide nucléinique, de telle façon qu'avec 30^{cm^3} de solution je fasse absorber à mes malades en deux fois et par jour : $0^g,05$ de méthylarsinate de soude et $0^g,20$ d'acide nucléinique. Pour faciliter le langage, me basant sur l'augmentation de poids rapide qu'éprouvent les malades sous l'influence de cette médication arsénio-phosphorée, je lui ai donné le nom d'*histogénol*.

» Je me suis adressé, dans le but d'avoir des résultats aussi concluants que possible, à des tuberculeux (premier et second degré) fiévreux, soumis déjà sans succès à l'action de la créosote, du cacodylate de soude, de la lécithine, etc., et qui, bien qu'étant déjà depuis longtemps au repos (lit), n'éprouvaient aucune amélioration; bien au contraire, leur état allait en s'aggravant et leur poids diminuait progressivement.

» Cette médication arsénio-phosphorée a produit, dans la plupart des cas, en peu de temps (un mois au maximum), une amélioration de l'état général, une augmentation de l'appétit, la disparition des sueurs nocturnes et de la fièvre; une diminution ou la cessation de la toux.

» Les crachats ont perdu au bout d'un temps variable (un mois, un mois et demi au maximum) leur caractère de purulence (avec disparition, dans beaucoup de cas, des bacilles de Koch) et l'expectoration est redevenue normale. Ce fait est de la plus grande importance; car il semble que, sous l'influence de cette médication arsénio-phosphorée, les lésions pulmonaires se cicatrisaient rapidement.

» Le nombre des globules blancs et surtout des grands mononucléaires à noyaux polymorphes, reconnus le plus puissamment toxicophages, augmente dans de grandes proportions. En même temps, les globules rouges s'accroissent avec une extrême rapidité dans le sang.

» L'analyse des urines m'a montré, en outre, d'une façon indiscutable, les heureux effets du traitement sur la nutrition. . . . »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Action de la température sur l'absorption minérale chez les plantes étiolées.* Note de M. G. **André**.

« J'ai étudié antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 1198) quelques faits relatifs à l'étiolement, à l'obscurité absolue, de plantes telles que le Maïs et le Lupin, et j'ai montré la différence assez profonde qui existait entre ces deux plantes : le Maïs utilisant au fur et à mesure

son asparagine à la régénération de nouveaux albuminoïdes, à cause de la provision considérable d'hydrates de carbone saccharifiables par les acides étendus qu'il renferme encore; le Lupin, au contraire, régénérant ses albuminoïdes beaucoup plus difficilement. Les essais qui précèdent avaient été effectués à la température ordinaire de 15°; aussi ai-je voulu me rendre compte de ce qui se passerait en produisant l'étiolement à une température plus élevée, maintenue constamment à 30°, température capable d'accélérer les phénomènes d'évaporation et de respiration. J'ai opéré sur le Maïs et sur le Haricot d'Espagne, qui se prêtent assez bien à de semblables essais, du moins dans un court espace de temps. Leurs graines étaient semées dans une bonne terre de jardin; les vases étaient arrosés tous les jours.

» I. *Variations des matières minérales.* — Voici ce qui ressort le plus nettement de ces expériences, qui n'ont pu être poursuivies, à 30°, que pendant 16 jours avec le Maïs : 100 plantes étiolées, supposées sèches, pesaient $21^g,50$, c'est-à-dire à peu près autant ($22^g,83$) que 100 plantes étiolées à 15° dans les essais que j'avais effectués antérieurement et qui avaient duré 40 jours. Le poids des cendres totales de 100 unités sèches ($4^g,93$) est notablement plus élevé que celui des plantes étiolées à 15° ($3^g,17$) et cet excès est dû exclusivement à la silice. Les cendres s'élèvent à 22,93 pour 100 de la matière sèche dans le premier cas et à 13,88 dans le second. La silice, qui pèse $2^g,88$ dans le premier cas, représente 58,41 pour 100 du poids des cendres; elle ne pèse que $0^g,24$ dans le second et ne représente que 7,57 pour 100 du poids des cendres, chez des plantes qui ont subi l'étiolement pendant un espace de temps beaucoup plus long.

» On retrouve le même fait chez le Haricot d'Espagne.

» Les plantes étiolées à 30° sont restées en expérience à peu près aussi longtemps (30 jours environ) que celles qui s'étiolaient à 15°. Le poids de 100 unités sèches a été, dans le premier cas, notablement plus faible que dans le second ($36^g,95$ contre $53^g,40$; 100 graines sèches pesant $84^g,35$). Or, les cendres de la plante exposée à 30° pesaient $7^g,97$, soit 21,57 pour 100 de la matière sèche, contre $6^g,71$, soit 12,58 pour 100 de la matière sèche, dans le cas de la plante étiolée à 15°. La silice ($3^g,56$) représente 44,66 pour 100 du poids des cendres totales dans le premier cas, alors que, dans le second, cette silice ($1^g,40$) ne représente que 20,86 pour 100 du poids des cendres. L'élévation de la température exagère donc beaucoup l'ascension de la silice dans le végétal étiolé. Il est remarquable de voir cette substance, presque insoluble, prendre aussi rapidement une

forme diffusible et monter dans la plante à l'exclusion de toute autre matière saline, et de constater que le phénomène physique de l'évaporation, qui seul existe chez la plante étiolée, puisque la transpiration proprement dite est absente, possède une telle activité vis-à-vis d'une substance dont le rôle physiologique est très obscur, sinon à peu près nul.

» Or, dans les cendres d'une plante qui végète normalement dans le sol à la lumière solaire, mais à laquelle il manque, soit totalement, soit partiellement, un élément salin indispensable à son existence, tel que potasse ou acide phosphorique, ou, ce qui revient au même, qui végète dans un cube de terre insuffisant, on rencontre fréquemment une plus forte proportion de silice que dans les cendres de la même plante prise à la même époque et au même degré de végétation, croissant dans un sol suffisamment pourvu des éléments minéraux indispensables.

» On pourrait donc admettre que toutes les causes qui entravent le fonctionnement normal de la végétation — que ces causes résident dans un manque absolu ou relatif de certaines matières alimentaires ou dans l'impossibilité où se trouve la plante, par suite de l'absence de lumière, d'élaborer de la matière organique — se traduisent par un dépôt, dans le végétal, de la substance de beaucoup la plus abondante qui soit contenue dans le sol et qui, pour la circonstance, prend une forme très diffusible. La quantité des cendres contenues daus 100 parties de matière sèche est toujours plus considérable daus la plante normale que dans la plante étiolée à 15°, végétant dans le même espace de temps; elle est inférieure à celle de la plante étiolée à 30° : la différence est uniquement représentée par de la silice.

» Si la *chaux* est plus abondante dans la plante étiolée à 15° que dans la graine initiale, chez le Maïs et le Haricot d'Espagne, elle paraît être, au contraire, absorbée par les plantes étiolées à 30° en moindre quantité.

» La *potasse* se conduit comme la chaux. Chez le Maïs étiolé, soit à 15°, soit à 30°, elle est six fois plus forte que dans la graine initiale : l'élévation de la température n'accélère pas l'ascension de cette substance.

» Conformément aux faits connus, la chaux et la potasse sont toujours plus abondantes dans la plante ayant végété normalement à la lumière pendant le même laps de temps.

» L'*acide phosphorique* ne subit pas de variation appréciable et demeure, chez les plantes étiolées, en même proportion que dans la graine initiale.

» Le *soufre* total existe en quantité un peu plus considérable chez les Haricots étiolés à 15° et à 30° que chez la graine, soit, environ, un dixième en plus. Mais le soufre, à l'état de sulfate, est deux fois et demie plus fort chez les deux espèces de plantes étiolées que dans la graine, ainsi qu'il fallait s'y attendre. Le Maïs étiolé

contient trois fois plus de soufre total que sa graine; le soufre des sulfates est sept fois plus fort chez la plante étiolée que chez la graine.

» II. *Variations de l'azote.* — Celles-ci ne sont que faiblement influencées par l'élévation de la température. L'azote total, dans 100 unités sèches, est un peu plus fort chez le Maïs étiolé à 15° ou à 30° que chez la graine. L'asparagine des plantes étiolées fournit des chiffres analogues aux deux températures : la décomposition des albuminoïdes ne s'est donc pas accrue d'une façon sensible à 30°. Il en est de même de l'azote amidé soluble.

» Chez le Haricot d'Espagne étiolé à 15°, l'azote total, rapporté à 100 unités sèches, est le même que dans 100 graines sèches; mais, chez les plantes étiolées à 30°, cet azote total a diminué de 30 pour 100 sans qu'il soit possible de dire si cette perte d'azote est imputable à un phénomène régulier, ou si elle est due à un commencement de putréfaction, difficile à éviter à cette température. Quoi qu'il en soit, on pourrait répéter, relativement aux variations de l'asparagine et de l'azote amidé soluble de cette plante, ce qui vient d'être dit à propos du Maïs.

» Parmi les variations intéressantes que présentent les matières hydrocarbonées, il convient de signaler une proportion plus considérable de vasculose chez la plante étiolée à 30° que chez celle à 15° et un abaissement correspondant dans la proportion des hydrates de carbone saccharifiables. Ces variations sont plus accentuées chez le Haricot que chez le Maïs.

» Je résumerai ce qui précède en disant que la comparaison de l'étiolement à 15° et à 30° montre surtout ce fait d'une augmentation remarquable de la teneur en silice dans le second cas, corrélativement avec une augmentation de la vasculose. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'assimilation du carbone par une Algue verte.* Note de M. P.-G. CHARPENTIER, présentée par M. Roux.

« J'ai isolé et cultivé, sans mélange d'aucun autre microorganisme, une Algue unicellulaire verte. M. Bornet, avec une extrême bienveillance, dont je ne saurais trop le remercier, a bien voulu examiner cette plante et l'a identifiée au *Cystococcus humicola*, isolé pour la première fois par Beyerinck [1].

---

[1] BEYERINCK, *Bot. Zeit.*, 1890.

» Cette Algue pousse très bien dans la solution suivante :

Sulfate de magnésium	1^g
Phosphate bipotassique	2^g
Nitrate de potassium	2^g
Nitrate de calcium	$0^g,05$
Sulfate ferreux	traces
Glucose	10^g
Eau	1000^g

» Elle forme une couche d'un beau vert sur le fond du vase. J'ai pu, dans 100^{cm^3} de liquide, en une quinzaine de jours, obtenir une récolte de 500^{mg} à 600^{mg} de plante (pesée sèche). La récolte est d'autant plus abondante que l'air a un plus libre accès auprès des cellules végétales et par suite que le liquide nutritif est en couche plus mince.

» Dans ces cultures l'acide carbonique de l'air ne joue qu'un rôle insignifiant : la plante pousse en effet aussi bien à l'air libre que dans un courant d'air privé d'acide carbonique, et, d'autre part, ne se développe qu'avec une extrême lenteur, si, son milieu nutritif ne contenant pas de carbone, elle ne peut en trouver que dans l'acide carbonique de l'air.

» La plante se développe en consommant peu à peu tout le sucre mis à sa disposition, et le rendement est très élevé, car le rapport du poids de plante sèche au poids de glucose disparu du milieu est au moins égal à $\frac{1}{2}$, il peut même atteindre $\frac{3}{5}$; il est donc notablement plus grand que dans le cas de l'*Aspergillus,* où il ne dépasse pas $\frac{1}{3}$. La présence de la chlorophylle peut expliquer cette différence.

» En cultivant la plante dans une atmosphère confinée, j'ai reconnu que celle-ci s'enrichit en acide carbonique, sans s'appauvrir sensiblement en oxygène (dans un ballon contenant tout d'abord 700^{cm^3} d'air, la culture a amené la disparition de $5^{cm^3},3$ d'oxygène et l'apparition de $69^{cm^3},1$ d'acide carbonique). L'Algue, qui est très avide d'oxygène, a donc dû en mettre en liberté, à mesure qu'elle en consommait, et pour cela décomposer de l'acide carbonique; bien que manifestement la respiration l'emporte sur l'assimilation chlorophyllienne, on peut affirmer l'existence de celle-ci.

» L'*Aspergillus,* qui vit aux dépens du sucre, n'a qu'une source de carbone, le sucre; dans les mêmes conditions, le *Cystococcus* en a deux en quelque sorte, le sucre et l'acide carbonique dû à sa propre respiration. D'ailleurs, l'*Aspergillus* ne peut se procurer d'énergie qu'en brûlant du sucre; le *Cystococcus,* pouvant en trouver dans la lumière, n'est pas forcé d'en prendre au sucre autant que la Mucédinée. Il n'est donc pas surprenant qu'il l'utilise mieux.

» Comme d'autres Algues inférieures, le *Cystococcus*, maintenu à l'obscurité, pendant tout le cours de son développement, est vert et cette coloration est due à la chlorophylle : l'analyse spectrale permet de l'affirmer. La plante est cependant loin de pousser à l'obscurité aussi bien qu'à la lumière.

» J'ai fait, dans deux vases identiques, deux cultures : l'une à la lumière, l'autre à l'obscurité; tandis que je récoltais 330^{mg} dans la première, je n'en récoltais que 27^{mg} dans la seconde.

» La lumière est donc très utile à la plante, même quand elle n'a pas besoin de prendre son carbone à l'acide carbonique.

» Cultivées à la lumière, les cellules de l'Algue sont petites, elles sont en voie d'active prolifération; elles ne contiennent alors pas de grains d'amidon; traitées par l'iode, elles prennent une teinte uniforme bleue pâle ou lie de vin.

» Vivant à l'obscurité, au contraire, les cellules sont grosses, à paroi très épaisse, leur vie doit être peu active; dans ces conditions, elles sont absolument bourrées de gros grains d'amidon; l'iode colore en noir le contenu des cellules.

» Il est probable qu'à la lumière la plante pouvant se multiplier très abondamment, n'a pas le temps de mettre en réserve le carbone qu'elle assimile, elle l'utilise tout de suite; à l'obscurité, elle l'immobilise, au contraire, sous forme d'amidon, ce qui prouve qu'elle n'a pas besoin de lumière pour faire de l'amidon aux dépens du glucose. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude bactériologique du massif du mont Blanc.* Note de M. **Jean Binot**, présentée par M. Janssen.

« En juillet, puis en août et septembre 1900, j'ai entrepris, sur la demande de M. Janssen, une étude systématique de la flore microbienne du massif du mont Blanc. Cette étude microbiologique peut être divisée en trois Chapitres : analyses des glaciers, analyses des eaux, analyses de l'air. Ces analyses, au nombre de 121, faites autant que possible en un même point, sont par suite comparables entre elles. J'ai recueilli purement, en divers points du massif du mont Blanc, un grand nombre d'échantillons de neige fraîche, de neige ancienne, de glace de superficie, de glace profonde; de glace exposée au soleil ou, au contraire, à l'abri de ses rayons.

» Enfin j'ai fait des prises dans des couches d'âges différents.

» Dans certaines crevasses, on peut, sur les parois verticales, suivre nettement la stratification annuelle des neiges, comme l'avait observé M. Janssen. Pour éviter les germes de la surface et arriver à une profondeur où la température varie peu quand les couches sont soustraites à l'action du soleil, j'ai pratiqué des trous dans chaque couche au moyen d'instruments stérilisés en suivant une technique spéciale destinée à éviter l'apport de germes étrangers, et j'ai recueilli des échantillons de glace à une profondeur de 50^{cm} à 60^{cm} dans chaque couche.

» Les germes qu'on trouve au sommet du mont Blanc y ont été entraînés par les vents depuis les montagnes boisées et les vallées sousjacentes. Une partie de ces germes est fixée en route par la surface du glacier qu'elle balaie. Par l'action de la pesanteur, les germes en suspension se déposent sur la glace ou la neige ancienne qui en contient 1 à 2 par centimètre cube en moyenne. Dans la neige fraîche, par contre, le nombre est infiniment petit. J'ai pu recueillir, par trois fois, 8^{cm^3} de neige fraîchement tombée sans déceler un seul microbe.

» Le soleil est l'un des plus puissants agents naturels de destruction des germes. Ces analyses en donnent une preuve nouvelle dans ce fait qu'en un même lieu une paroi verticale à l'abri du soleil contient généralement plus de microbes que celle qui reçoit les rayons solaires.

» Si l'on examine les résultats fournis par les analyses des couches annuelles, on voit que la première couche contient beaucoup moins de germes que la superficie. Les microbes peu résistants, les espèces dépourvues de spores, de la surface, ont en grande partie disparu, détruits par les agents physiques naturels. Dans les couches, ce sont les bactéries sporulées, les Levures, les Streptothricées et quelques Mucédinées à spores résistantes qui dominent.

» En analysant les couches plus anciennes, on voit le nombre des germes décroître d'une manière régulière.

» Au pied des glaciers le nombre des germes de la surface est bien plus considérable; 6 à 65 par centimètre cube à la mer de Glace; 9 à 27 au glacier des Bossons; etc.

» Les eaux des glaciers sont fort pures, leur pureté est en rapport avec la teneur en germes de la glace qui les produit en fondant. Comme celle-ci, ces eaux contiennent nombre de Levures et Streptothricées. Un échantillon d'eau, de la jonction, contenait 3 germes seulement par centimètre cube, un du Plan Glacier, 8, alors qu'un ruisseau du pied du glacier des Bos-

sons contenait 95 germes et que l'eau de l'Arve, à Chamonix, peut en renfermer jusqu'à 7550.

» L'air du sommet du mont Blanc contient un très petit nombre de germes.

» J'ai pu faire l'analyse de 100^{l} d'air sans mettre en évidence un seul microbe et le nombre de germes a varié entre 4 et 11 par mètre cube. Au contraire, dans l'intérieur de l'observatoire de M. Janssen, construit au point culminant du mont Blanc, où j'ai passé 5 jours, deux analyses, faites dans deux pièces différentes, ont donné 540 et 260 germes. Il est évident que ces nombreux microbes avaient été importés par les hôtes temporaires de l'observatoire. C'est pourquoi j'ai fait les prises d'air du sommet aussi loin que possible de l'observatoire, et en ayant soin de me placer du côté de l'arrivée du vent.

» D'une manière générale, le nombre des germes est d'autant plus considérable que l'on se rapproche de la vallée : 6 par mètre cube au Grand Plateau, 8 aux Grands-Mulets, 14 au Plan de l'Aiguille, etc. Au Montanvert, j'ai trouvé 49 germes, et sur la mer de Glace, 23.

» On comprend, d'après ces chiffres, comment, dans ses mémorables expériences, M. Pasteur avait pu ouvrir un certain nombre de ballons de 200^{cm^3} à 250^{cm^3} de capacité, dans ces deux derniers endroits, sans que le liquide nutritif qu'ils contenaient vînt à s'altérer ensuite. Il faut cependant tenir grand compte de la nature du terrain balayé par le vent avant son arrivée au lieu où se fait la prise d'air. En lisant les détails de mes analyses, on pourrait constater que non seulement le nombre, mais encore la nature des germes s'en trouve très modifiée.

» C'est ainsi que l'analyse faite au Montanvert, dont les pentes sont couvertes de végétation, donne un chiffre bien plus élevé, surtout par la haute proportion des Mucédinées, que celle faite sur la mer de Glace, le même jour, à l'abri de tout vent.

» Dans toutes ces analyses, j'ai compté les germes en faisant la numération des colonies isolées en culture sur plaques. Pour faire ces isolements, j'ai employé des milieux artificiels spéciaux convenant particulièrement bien à la culture des divers germes saprophytes.

» J'ai étudié la plupart de ces colonies en en faisant une préparation colorée et repiqué toutes celles qui offraient un intérêt et qui n'avaient pas pu être déterminées directement. C'est ainsi que j'ai conservé en culture pure, depuis ces isolements, plus de 300 espèces microbiennes nouvelles ou difficiles à déterminer. J'ai pu, depuis, identifier un tiers de ces cultures. Le reste est à l'étude. Cette collection fournit des types fort intéressants au point de vue biologique et morphologique et même pathogène. Dans la glace du sommet j'ai pu isoler une race virulente du bacille pyocyanique. Un

vibrion trouvé dans les eaux s'est montré exceptionnellement pathogène pour les animaux de laboratoire.

» Dans l'eau cristalline et admirable de pureté d'une fontaine de la route du Montanvert, j'ai trouvé douze colonies de *bacterium coli* virulent par centimètre cube. La présence de ces germes est certainement due à la filtration insuffisante de l'eau à travers les couches arables peu épaisses qui recouvrent le sol granitique de cette montagne sur laquelle vivent des troupeaux ([1]). »

TÉRATOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur la vie mentale d'un xiphopage.* Note de MM. N. Vaschide et H. Piéron.

« Dans une Note précédente, nous avons donné un court aperçu de nos recherches sur la vie biologique d'un xiphopage; cette fois, nous esquisserons les principales conclusions de nos recherches expérimentales sur la vie mentale du même phénomène.

» Les expériences ont porté sur l'ensemble des phénomènes psychiques et particulièrement sur la psychophysiologie des phénomènes circulatoires et respiratoires et des mouvements, sur les sensations, sur l'attention et les temps de réaction, sur la douleur et sur les émotions. Un grand nombre de courbes graphiques enregistrées ont précisé nos observations et expériences psychologiques, de même que les renseignements recueillis auprès du père de ces deux sujets ([2]).

» Les sujets peuvent s'endormir et se réveiller individuellement; pourtant la grande majorité de leurs actes psychiques est dictée par un automatisme psychologique admirablement et préalablement réglé; leurs sensations internes sont suffisamment coordonnées pour se dispenser généralement des communications verbales. Ils prennent des distances entre eux automatiquement en rapport avec les actes ou les mouvements qu'ils doivent exécuter. Pour marcher, ils se mettent presque sur le même plan et avancent légèrement, allant un peu de côté; presque toujours Liao-Toun-Chen, le plus vigoureux d'entre eux, devance Liao-Sienne-Chen.

([1]) Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à M. Janssen qui m'a inspiré ce travail et m'en a fourni les moyens d'exécution avec une extrême bienveillance; à mon maître, M. Roux, qui a bien voulu suivre ces études et les diriger; enfin à M. Miquel qui m'a fait profiter de son exceptionnelle compétence en ces questions.

([2]) L'interprète de l'ambassade de Chine, M. H. Tchien, nous a été très utile dans cet ordre d'investigations; nous le remercions vivement.

» Les sensations générales telles que la faim, la soif et les différents besoins s'esquissent presque simultanément; l'habitude y est pour beaucoup : les besoins se reproduisent à des intervalles à peu près réguliers qui se trouvent tout naturellement avoir lieu de la sorte à peu près à des périodes équidistantes dans le temps. Leur vie biologique étant si intimement liée, les représentations mentales qui les accompagnent ont subi nécessairement le même rythme dans leur évolution automatique.

» L'examen sensoriel tactile, thermique et douloureux, nous a révélé, en dehors de l'existence d'une sensibilité plus aiguisée chez Liao-Sienne-Chen (le sujet de gauche) des phénomènes d'un ordre psychologique extrêmement curieux. L'exploration sensorielle du point d'union démontre l'existence d'une zone tout à fait insensible à n'importe quel ordre d'excitations sensorielles tactiles; elle s'étend tout le long du diamètre vertical, avec de rares régions d'interruptions, qui ont la particularité d'être légèrement sensibles; l'hypoesthésie est néanmoins notoire. De chaque côté de cette zone, qu'on peut considérer comme occupant tout au plus 1^{mm}, les sujets accusent des sensations distinctement toutes les fois que l'excitation est portée dans le domaine respectif. Un autre fait qui mérite également d'être signalé, c'est que chaque fois qu'on touche avec le compas de Weber deux points, un de chaque domaine sensoriel et de chaque côté de la zone anesthésique, dans une région un peu supérieure de la zone médiane antérieure, on remarque que les deux sujets accusent deux sensations au lieu d'une; il paraît y avoir donc une fusion préalable des sensations perçues et cela à condition d'exercer une pression assez forte (au moins 30^{g}) et que les deux points du compas ne soient pas écartés de plus de 15^{mm}. Un troisième point sur lequel nous voulons attirer l'attention, c'est que toutes les fois qu'on exerce une excitation tactile dans cette même région, mais un peu dans le creux de l'arcade cartilagineuse de chaque côté, les deux sujets accusent des sensations quoiqu'il n'y en avait qu'un seul sur lequel la sensation ait été provoquée mécaniquement. M. Ed. Chapot-Prévost, dans son examen clinique assez rapide, a été sur le point de remarquer ce fait; il signale un phénomène presque analogue, mais qui n'est pas rigoureusement exact.

» Au point de vue de la psychophysiologie des émotions, chaque sujet les subit indépendamment; Liao-Sienne-Chen est plus émotif que son frère; le pouls capillaire s'efface sensiblement, la respiration devient superficielle ou profonde tandis que chez Liao-Toun-Chen on ne constate rien simultanément. Fait curieux : si l'émotion se prolonge (la peur d'être pincés, un souvenir désagréable qu'ils ont gardé lors des explorations de la sensibilité tactile), chez Liao-Sienne-Chen, on peut remarquer des troubles sensibles sur les courbes graphiques de son frère, sans que toutefois le sujet ait conscience des troubles produits. Liao-Sienne-Chen subit plus facilement et plus rapidement les troubles émotifs de son frère. Il arrive pourtant que les sujets prennent conscience de leurs troubles secondaires. On peut calculer le temps qui s'écoule entre l'existence de troubles primitifs et des troubles secondaires.

» La respiration est différente chez les deux sujets, non seulement comme fréquence mais aussi comme amplitude et rythme; ils possèdent pourtant la faculté d'accommoder leur rythme avec une spontanéité notoire. L'effort respiratoire d'un sujet se répercute sur la respiration de l'autre sensiblement pour être décelable; si l'on empêche un sujet de respirer, quelque temps après (une seconde et même plus) on remarque une diminution remarquable de la respiration de l'autre sujet.

» L'attention des sujets est également variable; Liao-Toun-Chen est plus attentif, plus éveillé et s'adapte facilement à un travail intellectuel. Voici la durée du temps de réaction de leurs sensations auditives et tactiles :

	Sensations auditives.		Sensations tactiles.
	Réactions simples.	Réact. de choix.	(Réactions simples.)
Liao-Toun-Chen..	20,5 (excit. commune)	29,5	19 (excit. commune)
	15,1 (excit. distincte)		17,3 (excit. distincte)
Liao-Sienne-Chen.	22,1 (excit. commune)	34,2	14,7 (excit. commune)
	16,6 (excit. distincte)		20,2 (excit. distincte)

» Liao-Toun-Chen a les temps de réaction les plus rapides; leur réaction sensorielle gagne quand les excitations ont lieu individuellement pour chaque sujet.

» Rappelons encore que, malgré le fait que Liao-Sienne-Chen est gaucher, pour l'habilité motrice il est droitier. Pour la sensibilité et la douleur, le même sujet trouve insupportable une pression de 60g (algomètre Verdin), tandis qu'elle était supportable pour Liao-Toun-Chen, même à 100g.

» Enfin, l'examen de la mémoire et des autres facultés psychiques parle péremptoirement en faveur du sujet de droite; les recherches sont pourtant délicates, à cause de la langue et surtout à cause de l'instruction des sujets, très arriérée. Leur caractère est gai et garde encore l'empreinte enfantine; quoique inséparables, ils se disputent parfois violemment pour rien. »

M. **Emm. Pozzi-Escot** adresse une Note intitulée : « Action du courant électrique sur les hydrogénases. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 mars 1902.

(Suite.)

L'Industrie française des Instruments de précision. Catalogue 1901-1902, publié par le Syndicat des Constructeurs en instruments d'optique et de précision. Paris, Hôtel des Sociétés savantes; 1 vol. petit in-4°.

Université de Liége. Institut de Physiologie : *Travaux du Laboratoire de Léon*

Fredericq; t. VI. Liége, H. Vaillant-Carmanne, 1901; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Léon Fredericq.)

Die Grenzen der Seeschiffahrt. Rede zum Geburtsfeste seiner Majestät des Kaisers und Königs Wilhelm II, in der königlichen technischen Hochschule zu Berlin am 26 Januar 1902 gehalten, von dem zeitigen Rektor Bubendey. Berlin, Denter et Nicolas, 1902; 1 fasc. in-8°.

Ueber die Reduction von Lotabweichungen auf ein höher gelegenes Niveau, von F.-R. Helmert. Stuttgart, 1902; 1 fasc. in-8°.

Dr Hecker's Bestimmung der Schwerkraft auf dem Atlantischen Ocean, von F.-R. Helmert. (*Sitzungsberichte der königl. preuss. Akad. der Wissenschaften zu Berlin,* t. VIII, 1902.) 1 fasc. in-8°.

Diverses méthodes pour fixer la fête de Pâques par le seul millésime, par l'abbé A. Thorelle. Metz, Imprimerie lorraine, 1902; 1 fasc. in-12.

Ancora sulla questione del campo magnetico generato dalla convezione elettrica, Prof. Augusto Righi. Bologne, 1902; 1 fasc. in-8°.

La risoluzione del pentagono completo e sue applicazioni nella geodesia elementare, Ing. Giuseppe Delitala. Turin, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Nuova risoluzione di due problemi, Giuseppe Delitala. Turin, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La imitacion del protoplasma, A.-L. Herrera. (*La Ciencia popular,* ano I°, n° 11.) Mexico, s. d.; 1 feuille in-8°.

Sur la comète 1901 I, par Th. Brédikhine, avec deux planches. (*Bull. de l'Acad. imp. des Sciences de Saint-Pétersbourg,* 1901, t. XV, n° 5.)

Annales du Musée du Congo. Botanique : série III. *Reliquiæ Dewevreanæ,* ou Énumération systématique des plantes récoltées par Alfr. Dewèvre, en 1895-1896, dans l'État indépendant du Congo, par Em. de Wildeman et Th. Durand. Fasc. 2. — Série IV. *Études sur la Flore du Katanga,* par Em. de Wildeman, fasc. I (pages 1 à 24, *Pl. I* à *VI*). Bruxelles, 1901-1902; 2 fasc. in-folio.

Annales de la Société scientifique de Bruxelles, XXVIe année, 1901-1902, fasc. 1. Louvain, 1902; 1 fasc. in-8°.

Rozprawy Akademii Umiejetnosci, wydzial matematyczno-przyrodniczy, serya II, t. XIX. Cracovie, 1901; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 10 février 1902.)

Note de M. *Armand Gautier,* Sur un traitement spécifique très puissant des fièvres paludéennes :

Page 335, ligne 9, *au lieu de*

1. Leut..... 5596000 ....,

lisez

1. Leut..... 3596000 ....

(Séance du 3 mars 1902.)

Note de MM. *H. Moissan* et *W. Dilthey,* Recherches sur le siliciure de calcium $CaSi^2$:

Page 507, ligne 24, *au lieu de* 33,54, *lisez* 34,34.

Note de M. *Charles Nordmann.* Explication de divers phénomènes célestes par les ondes hertziennes :

Page 532, ligne 16, *au lieu de* la chaleur seule est incapable de produire la luminescence des gaz, *lisez* les gaz sont incapables d'émettre un spectre de raies, sous l'influence de la chaleur seule.

Note de MM. *H. Stassano* et *F. Billon,* Faits en opposition à l'application, sans réserve, des lois de l'osmose aux globules rouges :

Page 538, ligne 15 en remontant, *au lieu de* et retient, *lisez* et ne retient pas.

Même page, ligne 19 en remontant, *au lieu de* et ne retient pas l'éosine, *lisez* et retient l'éosine.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MARS 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 31 mars sera remise au lendemain mardi 1er avril.

MÉDECINE. — *Sur une forme d'ostéomyélite grave polymicrobienne, non suppurative.* Note de M. **Lannelongue.**

« La maladie que, depuis mes travaux, on désigne généralement sous le nom d'*ostéomyélite aiguë,* avait, il y a longtemps, frappé l'attention par ses allures d'affection générale. C'est qu'en effet il était bien difficile de ne pas reconnaître un état dyscrasique de l'ensemble de l'organisme, dans un tableau morbide composé d'accidents qui rappelaient les formes les plus graves de certaines maladies : le rhumatisme, la fièvre typhoïde, la pyohémie. Aussi la microbiologie ne tarda-t-elle pas, dès son début, à démontrer l'origine microbienne de cette affection. Les premières recherches n'avaient tout d'abord fait connaître que la présence de micro-coques ou de bactéries dans les tissus lésés. Ce fut Pasteur qui, en 1880, obtint avec le pus que j'avais retiré, sur un enfant vivant, d'un tibia atteint d'ostéomyélite aiguë sans abcès sous-périostique, des cultures du staphylocoque doré.

» A partir de cette époque, les faits analogues se multiplièrent et bientôt les recherches expérimentales complétèrent le rôle pathogène du staphylocoque dans la production de l'ostéomyélite aiguë. Mais, plus tard, la question devait s'élargir et l'on reconnut que les staphylocoques ne sont

pas les seuls pouvant la produire; le streptocoque, le pneumocoque, le bacille typhique ont aussi ce pouvoir, ainsi que d'autres agents. La pluralité des espèces microbiennes engendrant l'ostéomyélite était dès ce moment établie. L'ostéomyélite aiguë, comme l'endocardite, comme la pleurésie purulente, peut être produite par des microbes différents. Toutefois une beaucoup plus grande fréquence est réservée au staphylocoque, qui demeure l'agent le plus ordinaire de la production, et l'on sait qu'il donne lieu à des signes particuliers, permettant de différencier cette ostéomyélite de celle produite par les autres agents. Mais, s'il en est ainsi lorsque l'affection a déterminé une réaction franchement suppurative, il n'en est plus de même tout à fait au début, et surtout dans certaines formes rares, encore mal connues, sur lesquelles je veux aujourd'hui appeler l'attention. Dans neuf cas observés par moi dans un temps de plusieurs années, je me suis trouvé en présence de maladies très aiguës, à début brusque rappelant le rhumatisme grave, marquées par une température de début dépassant 40°, arrivant à 41° dans deux cas, localisées d'abord en des points divers, les grands os longs d'habitude, les os du crâne ensuite; exactement, l'extrémité supérieure du fémur, quatre fois; l'extrémité inférieure, une fois; l'extrémité inférieure de l'humérus, une fois; les os du crâne, trois fois.

» La température subit des oscillations de 1 degré et plus du matin au soir; mais elle persiste élevée; ce n'est que dans deux cas d'ostéomyélites du crâne, du temporal et du frontal, que la température s'est élevée de 1 degré seulement dans un cas.

» L'état général des sujets est celui des maladies graves : décoloration de la face, troubles gastriques, subdélirium quelquefois, douleurs diffuses, fréquence et petitesse du pouls.

» L'os atteint se montre, presque dès le début, douloureux à une de ses extrémités. La douleur empêche les mouvements; ceux-ci l'exaspèrent. La recherche méthodique, par le toucher, des caractères de cette douleur, montre qu'elle devient atroce à l'extrémité atteinte; la jointure voisine est ordinairement immobilisée, mais elle ne paraît pas gonflée.

» La région envahie est, en général, un peu tuméfiée; mais, au début, pendant les premiers jours et quelquefois jusqu'à la fin, on ne découvre *aucun abcès;* au crâne, il survient un empâtement diffus, plus ou moins étendu, fermant les paupières quelquefois, avec saillie culminante sur un os, le frontal, le pariétal. Et puis les phénomènes vont s'aggravant, avec

ou sans rémission, jusqu'à la mort, qui est la terminaison la plus habituelle. La mort survient par le fait de l'infection qui se généralise et donne lieu à des phlegmons ou à des abcès multiples dans les membres, soit dans le tissu cellulaire, soit dans les gaines tendineuses, soit dans les jointures; à des bronchopneumonies ou à des pleuropneumonies; à des néphrites; à des complications intracraniennes, phlébite des sinus, méningite suppurée, lorsqu'il s'agit d'ostéomyélites des os du crâne; à des abcès multiples des viscères, c'est-à-dire à la pyohémie généralisée.

» Les sujets ne me paraissent guérir que si l'on intervient urgemment, d'après les indications fournies par l'état local. Or, localement, il n'y a pas d'abcès, au moins dans les premiers jours, et je n'ai trouvé de tuméfaction que sur les os du crâne, jamais sur les os longs.

» L'intervention n'en est pas moins urgente et l'on doit y recourir sans attendre; elle est indiquée avec assez de précision, à mon sens, par l'examen de l'os, surtout en ce qui concerne la *douleur communiquée*. On procédera à sa recherche d'une manière systématique, c'est-à-dire avec méthode. Je veux dire qu'on explorera l'os atteint en exerçant une pression égale, point par point, à partir de l'extrémité saine jusqu'à la malade. Pour le fémur atteint vers le col fémoral, c'est-à-dire à la hanche, on exercera la compression digitale sur l'os, au côté externe de la cuisse de préférence, parce qu'il y est plus accessible, à partir de l'épiphyse inférieure en remontant jusqu'au grand trochanter. On réveillera une douleur très modérée d'abord, qui ira croissante jusqu'à devenir intolérable, et qui pourra même faire pousser des hurlements si l'on procède sans grands ménagements quand on s'approchera du grand trochanter.

» On trépanera cette extrémité et l'on ouvrira l'os largement, par deux ouvertures au moins, dont l'une sera placée au niveau du bulbe de l'os. Dans deux cas, on a trépané sur le grand trochanter et l'on a pénétré dans le col fémoral par cette voie.

» Il ne sort pas *de pus*, mais *du sang* seulement. Cela m'est arrivé aussi au crâne où, malgré la présence d'un empâtement, on n'a pas trouvé de pus, ni à la surface de l'os, ni dans le diploé.

» Sans l'examen bactériologique, on ne comprendrait pas la nécessité d'une opération.

» Or cet examen, fait quatre fois sur les neuf cas, toujours a donné chaque fois des résultats significatifs. On a, dans chaque cas, obtenu non seulement une culture de staphylocoque, mais on l'a toujours trouvé associé à

d'autres microbes, une fois au streptocoque, une fois au *Bacterium coli* et à un streptocoque, et une fois à un bacille court qu'on n'a pas déterminé; une quatrième fois, enfin, au Colibacille.

» Cette association primitive, que je n'ai pas encore vue signalée dans l'histoire clinique de l'ostéomyélite, n'est peut-être pas sans jouer un rôle dans l'évolution ou plutôt dans la forme clinique qu'a revêtue cette affection.

» Chaque espèce microbienne rencontrée peut, à elle seule, engendrer le processus d'une ostéomyélite; mais ses propriétés pathogènes y sont masquées et ne sauraient, en tout cas, être reconnues que si elles déterminaient des phénomènes spéciaux propres à cette espèce, et tel ne me paraît pas être le cas. La gravité de la maladie semble indiquer, d'autre part, qu'elles ne sont pas indifférentes les unes à l'égard des autres. On est alors amené à penser, conformément d'ailleurs à ce qu'enseigne l'expérimentation pour le streptocoque et le staphylocoque et pour d'autres espèces microbiennes, que l'association de ces microbes exulte leur virulence et aggrave l'affection.

» Cette aggravation est telle, dans les faits que j'ai observés, que la réaction suppurative ne se fait que par exception et tardivement.

» L'absence de suppuration, quand on ouvre un os dans les conditions précédemment décrites, n'est donc pas une erreur de diagnostic, ainsi qu'en témoigne l'examen bactériologique, ou plutôt la culture du sang pris avec toutes les précautions voulues dans l'os lui-même au moment où on le trépane. Il pousse dans les milieux ensemencés plusieurs espèces microbiennes, qu'on devra isoler et cultiver à part pour en déterminer la nature; dans une de nos observations, il y en avait trois.

» La trépanation hâtive et large de l'os atteint au lieu d'élection constitue, pour cette forme d'ostéomyélite aiguë, infectieuse à un très haut degré, la vraie et presque l'unique planche de salut que nous ayons à notre disposition.

» Chez la plupart des sujets, on a trouvé des portes d'entrée, telles qu'écorchures aux pieds, engelures, petits furoncles, dans les 15 jours qui ont précédé l'invasion de l'ostéomyélite.

» Voici du reste, en résumé, une observation à laquelle les autres sont si comparables que je crois inutile de les rapporter.

» *Observation.* — R. C..., fille de 14 ans, bien portante jusque-là, ayant eu, 3 semaines avant son entrée à l'hôpital, des engelures aux pieds avec des exulcérations,

a été prise brusquement, le 9 mars dernier, de fièvre intense suivie immédiatement de douleurs dans l'aine gauche. On croit à un rhumatisme très aigu de la hanche. La température atteint 40°,8, les douleurs sont très vives; la face se décolore et traduit un état grave; il y a du délire la nuit. Le médecin pense alors à une ostéomyélite et envoie l'enfant à l'hôpital le 13 mars. On constate, à la visite du 14, un état général mauvais : pouls 120, température 41°. L'enfant se plaint de douleurs un peu partout; mais elle accuse surtout des douleurs aiguës dans le haut de la cuisse gauche, dans la région des adducteurs; le moindre mouvement l'exaspère.

» La hanche est un peu fléchie; on lui fait exécuter quelques petits mouvements, mais, si l'on en dépasse le champ, des douleurs vives se manifestent et arrachent des cris. Elle est vaguement plus volumineuse que l'autre; mais un examen minutieux n'y découvre aucun empâtement ni superficiel ni profond. Pas d'apparence d'abcès sous-périostique.

» En examinant le corps du fémur de bas en haut par la compression avec les doigts, on développe une sensibilité manifeste déjà au-dessus du condyle externe.

» Puis, à mesure qu'on s'élève en suivant le corps de l'os en dehors et en comprimant à travers les muscles, on voit la douleur apparaître et devenir atroce en provoquant des cris au-dessous du grand trochanter.

» On fait le diagnostic d'ostéomyélite et l'on procède à la trépanation de l'os. Une première ouverture est faite dans la diaphyse au-dessous du grand trochanter; il ne vient que du sang. Une seconde est pratiquée dans le trochanter et poussée à travers cette éminence dans le col fémoral. Du sang pur seul s'écoule. On en prend dans l'os même avec des pipettes, pour être l'objet de cultures.

» Le soir, la température tombe de près de 2 degrés. Mais elle remonte le lendemain et elle continue à osciller pendant quelques jours entre 39° et 40°,2. Il survient successivement des empâtements, dont l'un existait avant l'opération, dans les parties molles de l'avant-bras gauche, dans le coude, sur l'olécrâne droit, dans la main droite; il s'y fait du pus, et on les incise. Une pneumonie se déclare à droite, le 14 mars. Tous ces phénomènes vont diminuant peu à peu et, le 23 mars, c'est-à-dire hier, la pneumonie est en voie de résolution, les abcès se ferment, la température est à 38°, l'enfant se nourrit et se remonte.

» Il n'est pas survenu de pus par le drain laissé à la hanche et qu'on a retiré. »

MÉDECINE. — *Remarques relatives à la démonstration des propriétés thérapeutiques du méthylarsinate de soude.* Note de M. ARMAND GAUTIER.

« A propos de la Note de M. A. Mouneyrat parue au dernier numéro des *Comptes rendus* (p. 667) je dois remarquer que la collaboration relative à l'étude du méthylarsinate de soude et corps analogues, dont il parle, a été expressément restreinte, dès le début, aux recherches purement chimiques. Après quelques essais qui nous démontrèrent la faible toxicité de ces sels, mon préparateur, M. Mouneyrat, m'ayant, à deux reprises, en

avril et mai derniers, exprimé le désir de prendre pour sujet de thèse de doctorat l'examen des propriétés thérapeutiques des composés organiques de l'arsenic analogues aux cacodylates, je lui répondis que je m'étais toujours réservé cette suite naturelle de mes recherches sur les applications médicales des cacodylates. Toutefois, encore préoccupé à cette époque d'autres travaux, aussi bien au laboratoire qu'à l'hôpital, j'acceptai la collaboration de M. Mouneyrat pour produire et étudier avec lui, mais au point de vue chimique seulement, les composés organiques nouveaux de l'arsenic que nous pourrions prévoir et préparer.

» C'est à ces circonstances que j'ai fait allusion dans ma Note du 10 février dernier (p. 331) en deux passages différents.

» Quant à l'observation que le méthylarsinate de soude peut être donné indifféremment en injections hypodermiques ou par la bouche sans provoquer ni douleur, ni renvois alliacés sensibles, ni hépatisme, ni albuminurie, et aussi quant à la démonstration première des propriétés thérapeutiques de ce précieux médicament, elles ont été d'abord faites par moi, en juin et juillet derniers, à l'hôpital Boucicaut. »

MÉCANIQUE. — *L'extension du théorème de Lagrange aux liquides visqueux et les conditions aux limites.* Note de M. **P. Duhem**.

« M. Boussinesq a bien voulu me signaler que le théorème de Lagrange avait été étendu aux liquides visqueux d'abord par de Saint-Venant (¹), puis par Bresse (²); M. H. Poincaré (³) a donné également une indication dans ce sens; la démonstration donnée par de Saint-Venant, puis par Bresse, est imitée de celle que Lagrange avait donnée dans le cas des fluides parfaits. La forme de celle que nous avons indiquée (⁴) est, peut-être, un peu plus rigoureuse.

(¹) De Saint-Venant, *Problème des mouvements que peuvent prendre les divers points d'une masse liquide, ou solide ductile, contenue dans un vase à parois verticales, pendant son écoulement par un orifice horizontal inférieur* (*Comptes rendus*, t. LXVIII, 1869, p. 221).

(²) Bresse, *Fonction des vitesses; extension des théorèmes de Lagrange au cas d'un fluide imparfait* (*Comptes rendus*, t. XC, 1880, p. 501).

(³) H. Poincaré, *Théorie des tourbillons*, p. 193; Paris, 1893.

(⁴) *Sur l'extension du théorème de Lagrange aux liquides visqueux* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 10 mars 1902, p. 580). Dans l'énoncé du second théorème, les

» De Saint-Venant a déjà signalé l'incompatibilité du théorème de Lagrange avec les conditions que le liquide doit vérifier au contact des solides qu'il baigne; nous voudrions insister sur cette incompatibilité.

» Imaginons qu'un liquide visqueux, en contact avec des corps solides, soit en repos jusqu'à l'instant $t = 0$ et qu'il entre alors graduellement en mouvement. Selon le théorème en question, les quantités ω_x, ω_y, ω_z doivent être nulles dans tout le liquide visqueux, à tout instant t postérieur à O, sauf le long de certaines lignes ou de certaines surfaces singulières. D'ailleurs, celles-ci ne peuvent être surfaces de discontinuité pour u, v, w, car un fluide visqueux ne peut renfermer de telles surfaces. Dès lors, la *circulation* $\int(u\,dx + v\,dy + w\,dz)$ doit avoir la même valeur le long de toutes les courbes fermées qui peuvent se transformer les unes dans les autres sans couper une ligne singulière le long de laquelle $(u^2 + v^2 + w^2)$ est infini.

» Supposons d'abord le coefficient $\mathfrak{C}$ différent de o; au début du mouvement, le vecteur (p_x, p_y, p_z) est partout très petit; en chaque point de la surface de contact du solide et du fluide, sa projection sur la surface est inférieure à $-\mathfrak{C}$, en sorte que le liquide adhère au solide. La circulation le long d'une ligne fermée tracée sur la surface est la même pour le liquide et pour le solide.

» Prenons, en particulier, l'intersection de la surface du solide par un plan perpendiculaire à l'axe instantané de rotation; soient $\mathcal{A}$ l'aire plane embrassée par cette courbe et Ω la vitesse angulaire instantanée de rotation; la circulation du solide le long de cette courbe est $2\mathcal{A}\Omega$. Cette circulation varie d'une manière continue lorsque le plan de la section varie d'une manière continue tout en restant perpendiculaire à l'axe instantané. Elle ne peut donc être égale à la circulation du liquide, qui ne varie que par sauts brusques.

» Supposons maintenant le coefficient $\mathfrak{C}$ égal à o, le coefficient de viscosité f demeurant négatif.

» Considérons un solide de révolution immergé dans un liquide visqueux indéfini. Jusqu'à l'instant $t = 0$, le système est immobile. A partir de l'instant $t = 0$, le solide se met à tourner autour de son axe, invariable dans l'espace; $\Omega(t)$ est, à l'instant t, la vitesse angulaire de ce mouvement.

---

mots : *dérivées partielles d'ordre n* doivent être remplacés par les mots : *dérivées partielles d'ordres* 1, 2, ..., *n*.

» Le fluide prend un mouvement qui est le même, à un même instant t, dans tous les plans passant par l'axe. Cette symétrie exige qu'aucune ligne singulière ne parte de la surface du solide, à moins que le prolongement de l'axe n'en soit une. A l'instant t, la circulation du liquide doit avoir la même valeur $K(t)$ pour tous les parallèles tracés à la surface du solide. On trouve, sans peine, qu'en désignant par r la distance de l'axe à un point de cette surface, par n_i la normale en ce point vers l'intérieur du liquide, on doit avoir, en tout point de la surface du solide,

$$\frac{K(T)}{\Omega(T)}\left[\frac{\mu\cos(n_i, r)}{\pi r^3} - \frac{f}{2\pi r^2}\right] + f = 0,$$

identité que l'on ne peut vérifier en disposant du seul rapport $\frac{K(T)}{\Omega(T)}$.

» Donc *le théorème de Lagrange, étendu aux liquides visqueux, est incompatible avec les conditions que ces liquides doivent vérifier au long des parois solides.*

» Comment peut-on lever la contradiction à laquelle on est ainsi acculé? M. Boussinesq [1] a indiqué un moyen d'y parvenir. Il consiste à admettre la proposition suivante :

» *Lorsqu'un liquide visqueux part, à l'instant $t = 0$, d'un état de repos, les intégrales du mouvement, analytiques dans tout le fluide pour les valeurs positives de t, sont, en général, non analytiques, en tout point du fluide à l'instant $t = 0$.*

» A l'appui de cette explication, M. Boussinesq a cité un remarquable exemple d'une telle intégrale.

» Toutefois, on ne saurait prouver que le problème hydrodynamique admet, en général, de telles intégrales; il n'est donc pas certain que la contradiction énoncée puisse être levée de la sorte. Nous aurons à chercher si elle ne mettrait pas à nu un vice caché, qui affecterait les principes mêmes de la théorie des fluides visqueux. »

---

(1) J. Boussinesq, *Sur la manière dont les frottements entrent en jeu dans un fluide qui soit à l'état de repos, et sur leur effet pour empêcher l'existence d'une fonction des vitesses* (*Comptes rendus*, t. XC, 29 mars 1880, p. 736). — *Quelques considérations à l'appui d'une Note du 29 mars, sur l'impossibilité d'admettre, en général, une fonction des vitesses dans toute question d'Hydraulique où les frottements ont un rôle notable* (*Comptes rendus*, t. XC, 1880, p. 967).

CHIMIE. — *Hydrogénation directe des oxydes du carbone en présence de divers métaux divisés.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« Ainsi que nous l'avons récemment fait connaître (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 514), l'emploi du *nickel* récemment réduit permet de réaliser facilement l'hydrogénation directe de l'oxyde de carbone ou de l'anhydride carbonique à partir de l'hydrogène gazeux. Ainsi, à 350°, l'anhydride carbonique est rapidement transformé en *méthane* sans aucune réaction accessoire.

» Il en est de même de l'oxyde de carbone, quand on opère à 250° : en présence d'une dose suffisante d'hydrogène, tout l'oxyde de carbone se change intégralement en méthane, sans dépôt de charbon ni formation d'anhydride carbonique.

» Mais, au-dessus de 280°, on constate que les gaz qui proviennent de la réaction renferment toujours, à côté du méthane, une certaine proportion d'*anhydride carbonique*, en même temps qu'il se produit sur le nickel un dépôt noir de *charbon* très divisé. Cette formation simultanée de charbon et d'anhydride carbonique est due à une action spéciale que le nickel divisé exerce à cette température sur l'oxyde de carbone, action que nous avons directement constatée, ainsi que nous nous proposons de l'indiquer dans une autre Communication.

» Cette action spéciale du nickel sur l'oxyde de carbone se produit parallèlement à la réaction d'hydrogénation qui fournit le méthane à partir de l'oxyde de carbone, et aussi à la réaction d'hydrogénation qui produit du méthane à partir d'une portion de l'acide carbonique formé. Ces deux dernières réactions sont l'une et l'autre d'autant plus aisées, et par suite la proportion d'anhydride carbonique obtenu sera d'autant moindre que la dose d'hydrogène sera plus grande dans le mélange gazeux. La proportion de gaz carbonique est d'ailleurs d'autant plus importante que la température est plus haute. Ainsi, en opérant à 380°, avec un mélange d'oxyde de carbone et d'un volume à peu près triple d'hydrogène, on a obtenu, pour les produits de la réaction, la composition suivante : 100^{vol} contenaient 10,5 d'anhydride carbonique, 67,9 de méthane, 21,6 d'hydrogène.

» Dans les mêmes conditions, à la même température, mais avec volumes égaux d'oxyde de carbone et d'hydrogène (mélange désigné sou-

vent sous le nom de *gaz à l'eau*), le gaz obtenu contenait pour 100 volumes : 52,5 d'anhydride carbonique, 39,8 de méthane, 7,1 d'hydrogène, 0,6 d'oxyde de carbone.

» Si l'on augmente beaucoup dans le mélange la proportion d'oxyde de carbone, la réaction d'hydrogénation est de plus en plus affaiblie : il y a de l'hydrogène inutilisé, la proportion de méthane produit étant alors très réduite. Au contraire, la dose d'acide carbonique devient très forte.

» *Cobalt réduit.* — Le *cobalt*, réduit de son oxyde par l'hydrogène au-dessous de 450°, se comporte exactement comme le nickel réduit, aussi bien vis-à-vis de l'oxyde de carbone que vis-à-vis de l'anhydride carbonique, qui sont l'un et l'autre régulièrement hydrogénés et transformés en *méthane*.

» Toutefois les réactions ne commencent qu'à des températures un peu plus hautes.

» Avec l'anhydride carbonique, l'hydrogénation commence vers 300° : elle est rapide à 360°, plus rapide encore à 400°. On a sans aucune perturbation

$$CO^2 + 2H^8 = CH^4 + 2H^2O.$$

» Il n'y a ni production de charbon, ni production d'oxyde de carbone, ni oxydation permanente du métal.

» Ainsi, avec un mélange contenant à peu près 4^{vol} d'hydrogène pour 1^{vol} d'anhydride carbonique (proportions théoriques de la réaction) la vitesse du gaz, qui était de 56^{cm^3} par minute, s'est abaissée à 20^{cm^3}, selon la formule

$$\underbrace{11\,CO^2 + 45\,H^2}_{56^{vol}} = \underbrace{9CH^4 + 9H^2 + 2CO^2}_{20^{vol}} + \underbrace{18H^2O}_{\text{Condensée}}.$$

» Avec l'oxyde de carbone, la formation de méthane commence vers 270° et se produit facilement au-dessus de 300°.

» Mais, comme avec le nickel, à partir de 300°, elle coïncide avec la destruction partielle de l'oxyde de carbone en charbon divisé et anhydride carbonique; le phénomène se présente avec une allure semblable à celle qui a été décrite plus haut.

» L'activité hydrogénante du cobalt est moindre que celle du nickel, tandis que son activité pour provoquer la destruction de l'oxyde de carbone est au moins aussi énergique.

» Les proportions d'anhydride carbonique seront donc plus importantes, dans des conditions analogues de réaction.

» Citons deux expériences :

» 1° Réaction effectuée à 320° avec un excès d'hydrogène; la composition centésimale du gaz a été 53,8 de méthane, 32,2 d'hydrogène, 14,0 d'oxyde de carbone, traces d'anhydride carbonique;

» 2° Réaction effectuée à 395°, avec un courant lent de gaz riche en oxyde de carbone; 100^vol du gaz obtenu contenaient : 2,3 de méthane, 53,1 d'anhydride carbonique, 26,8 d'oxyde de carbone, 17,8 d'hydrogène.

» Dans ce dernier cas, le phénomène dominant est la destruction de l'oxyde de carbone.

» *Platine, palladium, fer.* — Le *platine* divisé, employé à l'état de mousse ou de noir, d'une grande activité, est impuissant à effectuer l'hydrogénation directe de l'anhydride carbonique ou de l'oxyde de carbone; au-dessous de 420°, il n'y a eu aucune formation perceptible de méthane.

» Il en est de même avec le *palladium* (mousse), et aussi avec le *fer réduit* de son oxyde par l'action prolongée de l'hydrogène à 500°.

» *Cuivre réduit.* — Le cuivre réduit est sans action appréciable sur le mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène.

» Avec un mélange d'hydrogène et d'anhydride carbonique, on observe, seulement vers 430°, une réaction lente spéciale : il y a production d'eau et réduction de l'anhydride carbonique à l'état d'oxyde de carbone selon la formule

$$CO^2 + H^2 = CO + H^2O.$$

» Ainsi, dans un des cas observés, le tiers de l'anhydride carbonique a pu être transformé en oxyde de carbone.

» Dans ce cas, la première étape de la réaction est seule parcourue ; le cuivre est incapable de provoquer la deuxième, c'est-à-dire le changement de l'oxyde de carbone en méthane, transformation que le nickel et le cobalt ont été trouvés seuls capables de réaliser. »

M. **Maurice Levy** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : « Éléments de Cinématique et de Mécanique, conformes au programme d'admission à l'École Centrale des Arts et Manufactures. »

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M. Frobenius.* Note de M. DE SÉGUIER, présentée par M. C. Jordan.

« M. Frobenius a démontré récemment au moyen de la théorie des caractères cet important théorème : *Si un* g_{ab} (¹) (*a étant premier à b*) G *a un* g_aA *dont deux éléments ne soient jamais conjugués dans* G *sans coïncider,* G *a un* g_b *formé de ses* e_b. En voici une démonstration très simple :

» LEMME. — *Si un* g_{ab} (*a premier à b*) G *a exactement a éléments* e_a, *tels que* $\alpha_1, \alpha_2, \ldots$ *et b éléments* e_b, *tels que* $\beta_1, \beta_2, \ldots$, *il est le produit direct d'un* g_a *et d'un* g_b. En effet, d'après un théorème de M. Frobenius, on a $\alpha_i\beta_k = \beta_k\alpha_i$. Soient $\{\alpha_1, \alpha_2, \ldots\} = A$, $\{\beta_1, \beta_2, \ldots\} = B$; supposons d'abord que A soit un g_a. On ne pourra avoir $\beta_1\beta_2 = \alpha_1$, d'où $\beta_1 = \alpha_1\beta_2^{-1}$, car on en tire, en élevant à la puissance b, $1 = \alpha_1 b$. On ne pourra avoir $\beta_1\beta_2 = \alpha_1\beta_3$, d'où $\beta_1\beta_2\beta_3^{-1} = \alpha_1$; car, si $\beta_2\beta_3^{-1} = \beta_4$, on a la même impossibilité; si $\beta_2\beta_3^{-1} = \alpha_2$, on a $\beta_1 = \alpha_1\alpha_2^{-1}$, $\beta_1^a = 1$; si $\beta_2\beta_3^{-1} = \beta_4\alpha_2$, on a $\beta_2 = \alpha_1\alpha_2^{-1}\beta_4^{-1}$, d'où $1 = (\alpha_1\alpha_2^{-1})^b$. Donc tout $\beta_i\beta_k$ est un β et B un g_b. Supposons maintenant que A soit un $g_{ab'}$ et B un $g_{ba'}$. Les β_i de A, étant des produits de α, sont permutables entre eux et forment dans A un $g_{b'}$ abélien normal $B' \leqq B$; de même les α_i de B y forment un $g_{a'}$ abélien normal $A' \leqq A$; soit $B = \Sigma A'\beta$. Chaque $A'\beta$ contient un seul e_b tel que β et les $e_{a'}$ forment un $g_{a'}$, d'après un autre théorème de M. Frobenius. Donc les β_i de B forment un g_b qui est B. Donc $A' = 1 = B'$. (En général, si un g_a tel que A divise normalement un g_{ab} tel que $G = \Sigma A\beta$ et si chaque $A\beta$ contient un seul e_b tel que β, A en particulier ne contient aucun e_b autre que 1. Donc a est premier à b. A est formé des e_a, les e_b en nombre b forment un g_b tel que B, et G est le produit direct de A par B.)

» Soit alors $a = p^\lambda q^\mu \ldots$ la décomposition de a en facteurs premiers. Le théorème est évident pour $a = 1$, quel que soit b. Supposons-le vrai, quel que soit b pour les valeurs de a plus petites que celle considérée. A étant abélien d'après l'hypothèse, contient un $g_{ap^{-\lambda}}$ et l'on pourra admettre

---

(¹) J'écrirai g_m pour *groupe d'ordre m*, g^n pour *groupe de degré n*, g_m^n pour *groupe d'ordre m et de degré n*, e_k pour *élément dont l'ordre divise k*, et je dirai qu'un groupe G a un groupe A si A divise G.

que G contient un $g_{p^\lambda b}$. Supposons donc que $a = p^\lambda$. Si A contient un $g_{p^\delta}(\delta \lesseqgtr \lambda)$ normal $D > 1$, on peut admettre que G : D contient un $g_{b'}$ normal et par suite G contient un g_{bp^δ}, tel que F contenant normalement D et contenant, d'après ce qui précède, un g_b. Supposons donc que A n'admette aucun diviseur $\leqq$ A normal dans G. Un élément α de A est normal dans un $g_{ab'}$ contenant b' éléments e_b et a par suite $b : b'$ conjugués à chacun desquels répondent aussi b' éléments e_b qui lui sont permutables. On a ainsi $b', b : b' = b$ éléments e_{ab} qui ne sont pas des e_b. Chaque classe d'éléments e_a a d'ailleurs un et un seul représentant dans A. Il y a donc $b(a-1)$ éléments e_{ab} qui ne sont pas des e_b. Restent b éléments e_b. G, que je supposerai désormais représenté en g^b (les symboles étant les complexes $A\beta$ si $G = \Sigma A\beta$), aura donc $b - 1$ substitutions $\neq 1$, à savoir $\beta_2, \ldots, \beta_b (\beta_1 = 1)$ hors des g_a qui fixent un symbole. Donc les g_a sont premiers entre eux deux à deux et G est un g_{ab}^b de classe $b - 1$. Les conjugués de A fournissant $b(a-1)$ éléments e_a différents de 1 et le nombre des e_b étant b, il n'y a dans G pas d'autres éléments. Soit A_x un quelconque des conjugués de A fixant le symbole x. On aura $G = \Sigma_1^b A_x \beta_i$. Chaque $A_x \beta_i$ change x en un symbole unique et distinct. Donc une séquence xy ne peut figurer que dans un seul β_i. Donc $\beta_i \beta_k$, ne pouvant être dans aucun des conjugués de A, sera un β. Donc $\Sigma \beta_i$ est un groupe.

» Si A est transitif, G l'est deux fois, donc d'ordre $b(b-1)$. Donc b est de la forme q^μ, q étant premier. Donc $a = b - 1$ ou $p^\lambda = q^\mu - 1$. Donc $p = 3$, $q = 2$. Hors de ce cas, A, étant un g_a^{b-1} intransitif de classe $b - 1$, a pour constituants transitifs des g_a^a simplement isomorphes à A. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les expressions différentielles linéaires homogènes commutatives.* Note de M. **George Wallenberg**, présentée par M. Picard.

« M. Floquet (*Annales de l'École Normale*, 2[e] série, t. VIII, *Supplément*, 1879, p. 49), à l'occasion de la décomposition des expressions différentielles linéaires homogènes en facteurs (symboliques) du premier ordre, a considéré de telles expressions commutatives du premier ordre. Je me propose, dans cette Note, d'examiner en général les conditions nécessaires et suffisantes pour que deux expressions

$$P_n = p_0\, y^{(n)} + p_1\, y^{(n-1)} + \ldots + p_n\, y,$$
$$Q_m = q_0\, y^{(m)} + q_1\, y^{(m-1)} + \ldots + q_m y,$$

dont les coefficients p_i et q_k sont des fonctions uniformes de la variable indépendante z, soient commutatives, c'est-à-dire pour que l'on ait

$$P_n Q_m = Q_m P_n.$$

» Il y a trois cas à distinguer :

» *Premier cas.* — P_n et Q_m sont toutes deux irréductibles dans le sens de Frobenius (voir Floquet, *loc. cit.*) : dans ce cas, il faut et il suffit qu'on ait $m = n$ et que les coefficients p_0 et q_0 ne diffèrent que d'une constante, les autres coefficients étant égaux.

» *Deuxième cas.* — P_n est irréductible : alors m doit être un multiple de $n (= kn)$, et Q_m se décompose en k facteurs d'ordre n commutatifs entre eux et avec P_n (voir le premier cas). Comme une expression P_1 du premier ordre doit être regardée comme irréductible, chaque expression Q_m, commutative avec P_1, se décompose en m facteurs du premier ordre, commutatifs entre eux et avec P_1; elle peut être transformée dans une expression dont les coefficients, sauf un facteur commun exponentiel, sont constants (voir Floquet, *loc. cit.*).

» *Troisième cas.* — Ni P_n ni Q_m ne sont supposées irréductibles : ce cas ne peut être traité dans toute sa généralité, mais pour chaque valeur de m et n on a à résoudre un problème spécial. Cependant il est à remarquer que les deux problèmes pour P_n, Q_{kn} et pour P_n, Q_{kn-1} ne diffèrent pas essentiellement, quand on suppose $p_0 = q_0 = 1$. J'ai déjà traité les problèmes P_2, Q_2; P_2, Q_3; P_2, Q_4; P_2, Q_5; P_3, Q_3, et je vais communiquer ici les résultats :

» I. Soient

$$P_2 = y'' + p_1 y' + p_2 y,$$
$$Q_2 = y'' + q_1 y' + q_2 y$$

et

$$P_2 Q_2 = Q_2 P_2.$$

» *a*. $p_1 = q_1$, $p_2 = q_2 +$ const. (voir le premier cas).

» *b*. Les expressions P_2 et Q_2 se décomposent en deux facteurs symboliques du premier ordre, tous commutatifs entre eux; elles peuvent être transformées par la même transformation (normale) dans des expressions linéaires ayant des coefficients constants, sauf un facteur commun exponentiel.

» II. Soient P_2 et P_3 deux expressions linéaires homogènes du second et du troisième ordre avec des coefficients uniformes, les coefficients de y''

et y''' étant supposés égaux à l'unité, et

$$P_2 P_3 = P_3 P_2;$$

on peut alors écrire

$$P_3 = Q_1 P_2 + P_1,$$

où

$$P_1 = p_0 y' + p_1 y, \qquad Q_1 = y' + q_1 y.$$

» *a.* p_0 est une constante (qui peut être aussi nulle). Dans ce cas les expressions P_2 et P_3 se décomposent en deux et trois facteurs symboliques du premier ordre, tous commutatifs entre eux et peuvent être transformées par la même transformation dans des expressions ayant des coefficients constants, sauf un facteur commun exponentiel.

» *b.* p_0 est une fonction de la variable indépendante z.

» Alors, on trouve

$$P_2 = \frac{1}{p_0^2}[p_0 y' + (p_1 - \omega_1) y][p_0 y' + (p_1 - \omega_2) y],$$

où p_0 est une fonction doublement périodique (ou une de ses dégénérescences) définie par l'équation

$$p_0'^2 + 4p_0^3 + 4c_1 p_0^2 + c_2 p_0 - (\omega_1 - \omega_2)^2 = 0$$

et

$$Q_1 = y' + \left[\frac{p_0' + 2p_1 - (\omega_1 + \omega_2)}{2p_0} + c\right] y;$$

p_1 est une fonction uniforme de z arbitraire; c, c_1, c_2, ω_1, ω_2 sont des constantes arbitraires.

» Les problèmes P_2, P_4 et P_3, Q_3 appartiennent à la même catégorie (voir la remarque faite plus haut).

» III. Soient P_2 et P_5 deux expressions du second et du cinquième ordre, les coefficients de y'' et $y^{(V)}$ étant supposés 1, et

$$P_2 P_5 = P_5 P_2.$$

» On peut écrire

$$P_5 = R_1 P_2^2 + Q_1 P_2 + P_1 \; (P_2^2 = P_2 P_2),$$

où

$$P_1 = p_0 y' + p_1 y, \qquad Q_1 = q_0 y' + q_1 y, \qquad R_1 = y' + r_1 y.$$

» *a.* p_0 est une constante.

» Dans ce cas, les expressions P_2 et P_5 se décomposent en deux et cinq facteurs du premier ordre et peuvent être transformées comme plus haut.

» *b*. p_0 est une fonction de z.

» Alors, on trouve

$$P_2 = \frac{1}{p_0^2}[p_0 y' + (p_1 - \omega_1)y][p_0 y + (p_1 - \omega_2)y] = y'' + y_1 y' + y_2 y,$$

où

$$y_1 = \frac{p_0' + 2p_1 - (\omega_1 + \omega_2)}{p_0}, \qquad y_2 = \frac{p_0 p_1' + p_1^2 - (\omega_1 + \omega_2)p_1 + \omega_1\omega_2}{p_0^2};$$

p_0 est une fonction doublement périodique définie comme plus haut;

$$q_0 = p_0 + 1, \qquad q_1 = \frac{y_1 q_0}{2} - \frac{q_0'}{2} + c, \qquad r_1 = \frac{y_1}{2} + c';$$

la fonction p_1 reste arbitraire (¹). »

ÉLECTRICITÉ. — *Oscillations propres des réseaux de distribution électrique.* Note de M. **J.-B. Pomey**, présentée par M. A. Potier.

« Les phénomènes de résonance observés dans la pratique des distributions d'énergie par courants alternatifs appellent une étude détaillée des conditions dans lesquelles peuvent se développer les oscillations propres des réseaux. Dans un seul circuit, comprenant résistance et self-induction, coupé par un condensateur, il peut, dans certains cas, y avoir des oscillations amorties dues à l'échange entre l'énergie électrique du condensateur et l'énergie magnétique de la self-induction. Dans un réseau de conducteurs, s'il n'y a en jeu que de l'énergie magnétique, il ne peut pas se développer d'oscillations. C'est ce que nous nous proposons de démontrer ici.

» Les équations de continuité permettent d'exprimer un certain nombre des intensités de courants en fonction des n autres, que nous prendrons pour variables. Soient alors

$$f = \Sigma a_{ij} x_i x_j$$

(¹) Des explications plus détaillées se trouveront dans un Travail qui va paraître dans l'*Archiv der Mathematik und Physik*.

l'équivalent mécanique de la chaleur de Joule,

$$F = \Sigma A_{ij} x_i x_j$$

l'énergie potentielle magnétique,

$$W = \Sigma E_i x_i$$

l'énergie fournie au système, les équations de Kirchhoff se réduiront à

$$\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{d}{dt}\frac{\partial F}{\partial x} = 2E \qquad (n \text{ équations}).$$

Or $\frac{d}{dt}$ est un symbole qui se traite comme une quantité algébrique; donc l'équation caractéristique, exprimée en fonction de l'inconnue λ, sera le déterminant du système

$$\frac{\partial f}{\partial x} + \lambda \frac{\partial F}{\partial x} = 0.$$

Par suite, les racines seront telles que $f + \lambda F$ satisfera aux conditions que l'on obtient en exprimant que $f + \lambda F$ est maximum ou minimum. Ces deux fonctions f et F sont essentiellement positives; donc les racines sont toutes réelles et négatives.

» Par suite, si l'on abandonne le système à lui-même, l'intensité x aura une expression de la forme

$$x = \Sigma C e^{\lambda t},$$

où toutes les quantités λ sont négatives. Donc il ne pourra se former d'oscillations électriques amorties ou non. Celles-ci ne pourraient résulter que de l'échange des énergies électriques des condensateurs et magnétiques des bobines. »

ÉLECTRICITÉ. — *Des forces qui agissent sur le flux cathodique placé dans un champ magnétique.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note récente (10 février 1902) j'ai signalé que le flux cathodique ordinaire (flux A) placé dans un champ magnétique intense dessine le tube de force magnétique ayant pour base cette cathode. J'ai appris depuis que M. Aimé Witz est probablement le premier auteur qui ait

signalé que les rayons cathodiques suivaient les lignes de force d'un champ magnétique intense, sans indiquer toutefois que l'ensemble forme un tube de force homogène (¹), ce qui distingue le phénomène de celui présenté par d'autres rayons qui suivent aussi les lignes de force, mais qui, partant des bords des électrodes d'une façon irrégulière, ne dessinent nullement le tube ayant pour base l'électrode.

» Comme tout le monde le sait, le flux cathodique dans un champ magnétique faible est dévié par la force électromagnétique perpendiculairement aux lignes de force. On peut supposer alors que le phénomène, dans lequel le flux cathodique forme un tube de force à parois parfaitement nettes dans un champ intense, est dû à ce que ces rayons s'enroulent autour des lignes de force par suite de la force électromagnétique, et que ces spires, très voisines de l'axe, dessinent grossièrement cet axe lui-même. Le but de cette Note est de montrer que cette explication est inexacte, et qu'il existe une cause qui tend à diriger les rayons cathodiques suivant les lignes de force. Cette cause augmente très rapidement avec l'intensité du champ, de façon que, si l'action de la force électromagnétique est prépondérante dans les champs faibles, elle commande complètement le phénomène dans les champs forts, masquant l'effet de la force électromagnétique. C'est pour cela qu'avec des pressions voisines de $0^{mm},5$ de mercure et des champs ne descendant pas au-dessous de 300 unités, que le champ soit fort ou faible, le flux cathodique forme toujours le tube de force, comme je l'ai dit dans ma dernière Note, et paraît insensible à l'action de la force électromagnétique.

» Les expériences qui mettent hors de doute ce que je viens d'indiquer ont été faites, entre autres, avec une ampoule cylindrique ayant 3^{cm} de diamètre, pourvue de deux électrodes en aluminium, l'une formant un plateau carré, l'autre un disque circulaire, ayant chacune environ 1^{cm^2} de surface, placées en face l'une de l'autre à 2^{cm}, perpendiculairement à l'axe horizontal du tube, et centrées sur cet axe. Devant l'électrode carrée, prise le plus souvent comme cathode, est placée verticalement une petite tige de verre portant en face du milieu de l'électrode un disque de verre de 5^{mm} de diamètre, percé d'un trou destiné à délimiter un pinceau de rayons cathodiques. Cette ampoule a été disposée de façon que son axe horizontal fît un angle d'environ 45° avec les lignes de force sensiblement horizontales

(¹) AIMÉ WITZ, *Exploration du champ magnétique par les tubes à gaz raréfiés* (*Comptes rendus*, t. CX, 1890, p. 1002).

aussi; en laissant fixe l'ampoule, j'ai fait varier la pression du gaz depuis $0^{mm},7$ (Geissler) jusqu'à $0^{mm},01$ (Crookes), par degrés rapprochés, et le champ depuis 140 jusqu'à 400 unités, par la variation de l'intensité du courant dans l'électro-aimant. J'ai été ensuite jusqu'à 5000 unités, en déplaçant l'ampoule.

» Pour un champ de 140 unités, l'action observée est à peu près celle que donnerait la force électromagnétique agissant seule : le faisceau cathodique se recourbe vers le haut ou vers le bas suivant le sens du champ, de façon que son extrémité vienne frapper le verre de l'ampoule dans le voisinage du plan vertical V passant par l'axe de celle-ci.

» Si l'effet observé dans les champs intenses était dû à l'enroulement des rayons cathodiques autour des lignes de force, on devrait, quand le champ augmente progressivement à partir de 140 unités, voir l'extrémité du faisceau cathodique décrire un grand nombre de spires de plus en plus serrées, jusqu'à ce que chacun des rayons issus de la cathode simule la ligne de force autour de laquelle il s'enroule. Or, ce n'est pas du tout ce qu'on observe : le champ croissant à partir de 140 unités, on voit simplement l'extrémité du faisceau cathodique s'écarter de plus en plus du plan V, jusqu'à ce qu'il se soit placé dans un plan horizontal passant par l'axe de l'ampoule; à partir de ce moment, le faisceau cathodique dessine le tube de force, et la netteté des bords est d'autant plus grande que le champ est plus intense.

» Ainsi ce phénomène est complètement distinct de celui que M. Birkeland a observé dans des champs faibles, où la direction générale du faisceau cathodique était bien celle du champ magnétique, mais grâce à l'enroulement des rayons cathodiques sur un cône d'après l'action électromagnétique ordinaire, comme l'a expliqué M. Henri Poincaré et comme l'ont vérifié expérimentalement MM. Wiedemann et Wehnelt.

» La parfaite continuité du phénomène que j'ai observé avec l'intensité du champ le rend distinct aussi du phénomène signalé par M. Broca, qui apparaît brusquement pour un champ d'intensité déterminée.

» Quelle peut être cette cause, indépendante du sens du champ, augmentant rapidement avec l'intensité de celui-ci, qui dirige les rayons cathodiques dans le tube de force d'un champ magnétique intense?

» Tous les phénomènes que j'ai observés jusqu'à présent s'expliquent bien dans l'hypothèse où la création du champ magnétique ferait naître dans l'ampoule un frottement anisotrope pour les particules constituant les rayons cathodiques : le frottement serait beaucoup plus énergique dans

la direction perpendiculaire aux lignes de force que dans la direction même de ces lignes.

» Voici du reste une expérience qui montre que le champ magnétique produit quelque chose d'analogue à un frottement, même dans le sens des lignes de force. Lorsque la pression est assez forte pour que les rayons cathodiques n'atteignent pas l'extrémité de l'ampoule en l'absence du champ, en produisant celui-ci, les rayons cathodiques se resserrent de toute part autour de la cathode, beaucoup plus dans la direction perpendiculaire aux lignes de force que suivant le sens de ces lignes; mais, même dans ce sens, le flux cathodique s'éloigne moins de la cathode qu'en l'absence du champ. En outre, si l'on augmente l'intensité de celui-ci, la portion du tube de force dessinée par les rayons cathodiques se raccourcit.

» Comme le dessin du tube de force par ces rayons est aussi net dans un champ uniforme que dans un champ qui ne l'est pas, on ne saurait attribuer ces frottements à des courants de Foucault qui se développeraient à l'intérieur des particules mobiles constituant le flux cathodique, supposées conductrices. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les ondes hertziennes dans les orages.* Note de M. **Firmin Larroque**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans une précédente Note (juin 1901), j'ai fait connaître que les orages émettent des ondes électriques susceptibles de se propager à des distances énormes, et que j'avais observé ces phénomènes au moyen d'une courte antenne réceptrice verticale, communiquant avec la terre, pourvue à sa partie supérieure d'un plateau métallique horizontal, et interrompue en un point où était inséré un micromètre à étincelles spécial et abrité. Une faute typographique m'a fait dire que les étincelles étaient observées *sans* grossissement : c'est *sous* grossissement qu'il fallait lire. Ne m'occupant que des orages éloignés, je n'ai observé que des étincelles dont la longueur variait entre 1 et 5 microns environ.

» En compulsant, pour la période de mai à septembre 1901, mes relevés et les cartes du temps et statistiques d'orages, j'ai remarqué que, pendant les orages très éloignés, la suppression du plateau horizontal rendait le système inerte, alors que la suppression de la partie aérienne de l'antenne n'avait aucun effet sur la sensibilité de l'appareil. Les vibrations électriques étaient donc horizontales, ou du moins plus rapprochées de l'horizontalité que de la verticalité.

» Si l'orage était peu distant (300^{km} au maximum) et en vue, l'inverse avait généralement lieu. Les vibrations électriques étaient donc verticales ou voisines de la verticalité.

» Des résultats similaires peuvent être obtenus avec une ampoule à vide, pareille à celles de Crookes, mais contenant un tourniquet à une seule ailette en aluminium poli montée sur un axe en verre et équilibrée par un minuscule contrepoids également en verre. Ce tourniquet obéit à la pression des ondes électrolumineuses ou hertziennes, laquelle résulte des tensions électrostatique et électrodynamique, et tend, par répulsion, à orienter l'ailette métallique parallèlement aux radiations. Cette pression est la cause principalement efficiente du fonctionnement des cohéreurs.

» Les vibrations verticales sont directes. Les vibrations horizontales sont-elles diffractées, réfléchies, réfractées ou secondaires? Pour les très longues distances, une explication basée sur la diffraction me paraît insuffisante. »

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude des tuyaux sonores*. Note de M. C. MALTÉZOS, présentée par M. A. Cornu.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques observations relatives aux tuyaux sonores, lesquelles contribueront, je pense, à leur théorie, encore incomplète.

» La bouche des tuyaux constitue une espèce d'ajutage divergent, formé par la lèvre supérieure et le seuil. Le gaz sortant par la fente ne se moulerait pas sur le seuil, mais il doit se former, croyons-nous, au bas du courant, une raréfaction qui se compléterait par un contre-courant d'air de l'extérieur vers l'embouchure.

» La première idée de cette hypothèse m'a été inspirée par deux observations de mes compatriotes, M. G. Athanasiadis, d'une part, et MM. J. Kouris et C. Botsis, de l'autre. Le premier a observé, en effet, que, si l'on pose une flamme extérieurement près de la bouche d'un tuyau sonore et au-dessous du seuil, la hauteur du son rendu par le tuyau s'élève; depuis, les deux autres ont observé que, si on laisse échapper un gaz, à froid, au-dessous du seuil, la hauteur du son, donné par le tuyau, varie.

» Il est donc probable qu'un courant d'air a lieu de l'extérieur vers la bouche, par la partie inférieure, quand un tuyau résonne. En posant une feuille de papier près de la bouche, appuyée sur le banc de la soufflerie,



nous avons observé que *cette feuille est entraînée vers l'embouchure*, quand le tuyau résonne, et elle vient la couvrir (elle se colle sur la partie inférieure du tuyau); elle est donc pressée par le courant extérieur, qui doit avoir une résultante moins inclinée vers la paroi du tuyau que celle du courant sortant.

» L'air de ce courant extérieur provient surtout de l'endroit situé au-dessous du courant sortant, comme l'observation suivante peut le prouver. Si l'on pose le doigt au-dessous de la bouche, de façon que sa largeur devienne assez petite pour que le tuyau ne donne aucun son, le courant sortant continue à exister, et alors il touche les deux lèvres (la lèvre inférieure étant maintenant le doigt). Mais si, tout en continuant à y appliquer le doigt, on le relâche un peu de façon qu'un canal se forme entre le doigt et le tuyau, le contre-courant se rétablit et le tuyau résonne de nouveau.

» Pour voir si ce courant extérieur entre dans le tuyau, nous avons développé au-dessous de l'embouchure des vapeurs d'acide chlorhydrique d'ammoniaque et nous avons retrouvé ensuite du chlorure d'ammonium déposé *sur l'intérieur du biseau* de la lèvre supérieure, ce qui montre que le gaz environnant entre, et s'infléchit vers le haut, entraîné probablement par le courant sortant de la fente ([1]).

» Ce courant entrant est intermittent périodiquement. En effet, en posant une petite flamme au-dessous du seuil, et en regardant son image dans un miroir tournant, nous avons remarqué que l'image devient périodiquement ondulante, quand le tuyau résonne. Et si l'on force le courant d'air de façon qu'un tuyau ouvert donne le premier harmonique, on voit la longueur d'onde de la sinusoïde lumineuse devenir moitié moindre. Et l'on pourrait projeter ces phénomènes sur un écran si l'on disposait une petite flamme de grand éclat.

» Après avoir montré l'existence de ce contre-courant périodique, citons en terminant une expérience qui montre l'influence de la région extérieure, voisine de l'embouchure, sur la hauteur du son, provenant peut-être de l'influence exercée sur les deux courants. En construisant une boîte entourant le tuyau, sans toucher à l'embouchure, mais ayant deux ailes

---

([1]) Je ne m'occupe pas dans cette Communication de ce qui se passe à l'intérieur du tuyau, sujet d'ailleurs examiné par plusieurs physiciens. Mais je dois noter que si, au-dessous du seuil débouche un tuyau donnant issue à un courant de fumée (du tabac à fumer), on voit une partie de la fumée sortir de l'ouverture supérieure, dans les tuyaux ouverts.

perpendiculaires à la bouche, on obtient un abaissement de la hauteur du son, devenu sensible par des battements avec un second tuyau à l'unisson avec le premier, quand celui-ci était libre. On peut obtenir le même résultat plus simplement, en posant deux livres, par exemple, de part et d'autre du tuyau, près de l'embouchure et perpendiculairement à la bouche. »

CALORIMÉTRIE. — *Chaleur spécifique des corps au zéro absolu.* Note de M. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Soit un mélange gazeux homogène de corps en équilibre chimique

$$A + B \rightleftarrows M + N,$$

sous un volume V et à une température T. Les corps de chaque système étant supposés en proportions équivalentes, le déplacement de l'équilibre pourrait donner un système $\mathcal{A}$ comprenant exclusivement les corps A et B à l'état gazeux, ou le système antagoniste $\mathcal{M}$ comprenant les corps M et N à l'état gazeux, sous le même volume V et à la même température T. Par la considération de cycles isothermiques décrits avec chacun des deux systèmes $\mathcal{A}$ et $\mathcal{M}$ et le mélange en équilibre, on peut facilement établir que la formation de dm équivalents des corps M et N se produit sous volume constant avec une variation d'entropie dS, telle que $\frac{dS}{dm} = +\infty$ dans le système $\mathcal{A}$, et $-\infty$ dans le système $\mathcal{M}$. Par conséquent, comme les systèmes considérés sont toujours homogènes, il y a une composition caractérisée par la fraction x_0 des corps M et N formés pour laquelle $\frac{dS}{dm} = 0$.

» Supposons que le système $\mathcal{M}$ augmente dans une élévation de température : $\frac{dS}{dm}$ est positif à l'équilibre.

» A la température T, cet équilibre est caractérisé par une fraction x_e des corps M et N formés, telle que $x_e < x_0$. Avec la composition caractérisée par x_0, il y aura équilibre à une température $\mathfrak{T} > T$; donc $\frac{dS}{dm}$ croît avec T, et, par suite, $\frac{ds}{dm}$ est positif. C'est une conclusion que j'ai déjà tirée dans une Note précédente, mais pour les températures supérieures à celle pour laquelle il y a équilibre avec une composition donnée; elle est, d'ailleurs, mieux établie ici.

» Lorsque T décroît, la valeur x_0, pour laquelle $\frac{dS}{dm} = 0$, décroît et tend vers zéro pour $T = 0$. Mais, lorsque T décroît, si le volume V n'est pas

suffisamment grand, les systèmes considérés cessent d'être homogènes. A une température suffisamment basse et sous un volume $\mathfrak{V}$ convenable, le système $\mathcal{A}$ comprendra les corps A et B solides et en vapeur, le système $\mathfrak{M}$ les corps M et N solides et en vapeur. En passant progressivement du premier système au deuxième, on aura ensemble les quatre corps solides avec leurs vapeurs, depuis la composition x_1 jusqu'à la composition x_2; x_2, défini par $\frac{d\mathfrak{F}}{dm} = 0$, est plus petit que x_0; défini par $\frac{dS}{dm} = 0$ et $x_0 < x_1$.

» $\frac{dS}{dm}$ a une valeur finie positive pour x_2, cette valeur croît au delà de toute limite quand x tend vers zéro; de x_1 à x_2, $\frac{dS}{dm}$ a une valeur finie négative, et cette valeur décroît au delà de toute limite quand x tend vers 1.

» Lorsque T décroît jusqu'à la valeur zéro, $\frac{dS}{dm}$ a toujours une valeur finie négative pour les valeurs de x comprises entre x_1 et x_2; de plus, lorsque $T = 0$, on a $x_2 = x_0 = x_1 = 0$ et $x_2 = 1$. S_A, S_B, S_M, S_N; C_A, C_B, C_M, C_N étant l'entropie et la chaleur spécifique de chacun des corps A, B, M, N, isolé des autres et supportant la pression exercée par sa vapeur saturante, on peut déduire facilement de ce qui précède que $S_A + S_B - (S_M - S_N)$ tend vers une valeur finie pour $T = 0$, ce qui exige

$$C_A + C_B = C_M + C_N,$$

d'où la loi suivante :

» *Au zéro absolu, deux systèmes de corps solides comprenant les mêmes éléments ont même chaleur spécifique.*

» Cas particulier. — *La chaleur spécifique d'un composé à l'état solide est égale à la somme des chaleurs spécifiques de ses éléments séparés et à l'état solide.*

» Cette loi découle simplement de l'une de celles que je vais établir :

» La variation de l'entropie dans la vaporisation de l'unité de masse d'un corps solide est, à T,

$$S_T = (v - u)\frac{df}{dT};$$

elle est finie, quel que soit T, et, en particulier, quand $T = 0$; sa valeur limite est alors $2\frac{fv}{T}$. Or

$$S_T = S_0 = \int_0^T \frac{dc}{dm}\, d\log T,$$

ce qui exige $\frac{dc}{dm} = 0$ pour $T = 0$.

» Autre démonstration :

$$\frac{dc}{dm} = \frac{dL}{dT} - \frac{L}{T}.$$

L et T tendent simultanément vers zéro, de là $\frac{dL}{dT} - \frac{L}{T}$ tend vers zéro.

» *La chaleur spécifique d'un corps solide et celle de sa vapeur maintenue saturante tendent vers la même valeur pour* $T = 0$.

» Or, pour élever la température d'une vapeur et la maintenir saturante, on peut la comprimer adiabatiquement, et, si la chaleur spécifique est positive (par exemple), on doit fournir ensuite la chaleur pour vaporiser la fraction solidifiée dans la compression adiabatique; mais cette chaleur de vaporisation tend vers zéro avec T, d'où :

» *La chaleur spécifique d'un corps solide, comme celle de sa vapeur saturante, tend vers la valeur zéro pour le zéro absolu de température* (1).

» Tout ce qui précède s'applique intégralement à un corps liquide qu'on supposerait amené sous cet état au zéro absolu.

» Dans la vaporisation de l'unité de masse d'un corps, la variation de l'entropie tend vers $2\frac{fv}{T}$ au zéro absolu; elle décroît quand T croît; d'où :

» *La chaleur spécifique d'une vapeur saturante est plus petite que celle du solide ou du liquide qui la produit.*

» La chaleur spécifique d'une vapeur saturante $= c_v$, chaleur spécifique sous volume constant $+ \frac{dq}{dv}\frac{dv}{dT}$; *la valeur limite de* c_v est donc celle de $\frac{dq}{dv}\frac{dv}{dT}$ changée de signe : c'est $\frac{fv}{T}$.

» *La chaleur spécifique sous pression constante a pour valeur limite* $2\frac{fv}{T}$. »

PHYSIQUE. — *Sur le point d'ébullition du sélénium et sur quelques autres constantes pyrométriques.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« Les bains de vapeur de sélénium ont été utilisés pour l'obtention de températures constantes au voisinage de 700° à maintes reprises et notam-

(1) Voir les Conclusions tirées des résultats expérimentaux de Behn, et concernant la chaleur spécifique des métaux de +100 à −182° (*Revue générale des Sciences*, 28 février 1899).

ment dans les classiques recherches sur la dissociation exécutées par H. Sainte-Claire Deville, Debray et Troost.

» De là l'intérêt spécial qui s'attache à la détermination du point d'ébullition de ce corps.

» Deux estimations en valeur absolue ont été publiées. L'une, faite en 1879 par MM. Carnelley et Williams ([1]) par la méthode calorimétrique, a donné des nombres compris entre 676° et 683°. L'autre date de 1882 et est due à M. Troost ([2]), qui a trouvé avec un thermomètre à air à réservoir de porcelaine, 665° sous la pression de 760^{mm}.

» J'ai repris cette mesure au moyen de l'appareil interférentiel décrit antérieurement ([3]) et qui est affranchi de la plupart des causes d'erreur systématiques inhérentes à l'emploi du thermomètre à air à réservoir de porcelaine. La technique suivie est celle qui a été indiquée à propos des points d'ébullition du cadmium et du zinc ([4]). La colonne gazeuse sur laquelle portaient les mesures optiques des franges d'interférence était amenée préalablement à la même température qu'un bain de sélénium bouillant : l'égalité des températures se constatait par l'absence de courant dans un couple platine-platine iridié dont une des soudures était placée au milieu de la colonne gazeuse et dont l'autre soudure, protégée par un tube en verre peu fusible, plongeait dans le bain de sélénium.

» Celui-ci était amené à l'ébullition au moyen d'un des fours électriques à spirale de nickel, que j'ai décrits en 1898 et 1900. Je considère que ce mode de chauffage est le seul avec lequel on puisse obtenir en toute sûreté les points d'ébullition élevés. Il permet de porter l'ensemble de l'appareil à une température supérieure de quelques degrés seulement au point d'ébullition cherché, en sorte que l'indication du thermomètre n'est pas faussée par le rayonnement des parois.

» Avec les fours à charbon ou à gaz, une telle précision de réglage est impossible. J'ai exécuté des essais préliminaires nombreux en me servant de fours à dôme pour distiller du zinc. Le métal était placé dans une grosse cornue en grès, munie d'une tubulure latérale par où passaient deux tubes de porcelaine recourbés, lutés au moyen de terre à poêle. L'un des tubes plongeait dans le liquide bouillant, l'autre dans la vapeur. En enfonçant

---

([1]) *Journ. Chem. Soc.*, t. XXXV, 1879.

([2]) *Comptes rendus*, t. XCIV, 1882.

([3]) *Comptes rendus*, août 1895, février 1898.

([4]) *Société de Physique*, février 1898. — *Comptes rendus*, août 1900.

successivement à diverses profondeurs un couple thermoélectrique dans l'un ou l'autre des tubes de porcelaine, j'explorais le champ calorifique. J'ai trouvé que les inégalités de température entre les divers points à l'intérieur du vase atteignaient 8° à 10°.

» Avec les fours électriques que j'ai construits, au contraire, le champ thermique est très uniforme. C'est ainsi que j'ai obtenu en 1898, pour le zinc, la valeur 918° à 920°, inférieure d'une dizaine de degrés à la valeur 930° universellement admise auparavant à la suite des déterminations très concordantes de Becquerel, de Violle et de Barus. Mais en 1899, les expériences faites tant en Angleterre par la méthode des résistances électriques par M. Callendar qu'en Allemagne avec le thermomètre à azote à réservoir de platine par MM. Holborn et Day, sont venues confirmer mon nombre.

» J'ai exécuté quatre séries d'expériences sur le sélénium. Elles ont donné pour le point normal des nombres compris entre 685° et 694°. La moyenne est 690°. Un changement de 10^{mm} dans la pression barométrique correspond à une variation de 1° pour le point d'ébullition.

» Les mesures ont été faites sur un bel échantillon de sélénium préparé par la maison Billault et Billaudot, pour l'Exposition universelle de 1878, et que je devais à l'obligeance du regretté Joly. Je l'ai soumis à deux distillations successives, en sorte qu'il est vraisemblablement très pur. Néanmoins, comme je ne l'ai pas analysé, j'ai préféré attendre, pour publier le nombre obtenu, d'avoir pu faire des expériences de comparaison sur un corps d'autre provenance. Les mesures, faites au moyen d'un couple thermo-électrique sur un échantillon provenant de chez Kahlbaum, ont confirmé le résultat trouvé avec mon pyromètre optique.

» Je crois donc utile de le donner ici, d'autant plus que, dans des travaux récents, il est encore fait usage du nombre 665° qui paraît trop bas d'environ 25°. Cet écart ne saurait guère faire doute, car les mesures en valeur relative faites par M. Barus (1) avec des couples platine-platine iridié et par M. Le Chatelier (2) avec des couples platine-platine rhodié, conduisent à la même conclusion.

» En joignant le nombre relatif au sélénium à ceux que j'ai publiés précédemment, on peut résumer l'ensemble des déterminations en valeur absolue exécutées par le thermomètre interférentiel dans la région du rouge, sous une pression barométrique de H millimètres de mercure voi-

---

(1) *Americ. Journ.*, t. XLVIII, 1894, p. 332.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 323.

sine de la normale, dans le Tableau suivant, dont les valeurs sont vraisemblablement approchées à $\pm$ 2° près :

Ébullition du sélénium..............	$690^\circ + \frac{H - 760^{mm}}{10^{mm}}$
Ébullition du cadmium.............	$778^\circ + \frac{H - 760^{mm}}{9^{mm}}$
Ébullition du zinc..................	$918^\circ + \frac{H - 760^{mm}}{8^{mm}}$
Fusion de l'argent..................	962°
Fusion de l'or.......................	1064°

THERMOCHIMIE. — *Sur l'équivalent thermique de la dissociation et de la vaporisation, et sur la chaleur de solidification de l'ammoniac.* Note de M. DE FORCRAND [1].

« I. De la relation générale [2]

$$\frac{L+S}{T} = \frac{Q}{T'} = \frac{L+S+q}{T'} = \frac{q}{\theta} = K = 30$$

on déduit :

» 1° Lorsque q devient égal à 1^{Cal},

$$\theta = \frac{1000}{30} = 33^\circ,33;$$

2° lorsque $\theta = 1^\circ$:

$$q = 30^{Cal}\ (^3).$$

« Ce nombre 33°,33 est l'*équivalent thermique de la dissociation*. Il exprime que toutes les fois qu'un composé dissociable a une tension de 760^{mm} à 33°,33 au-dessus de la température d'ébullition de la molécule gazeuse fixée, la chaleur totale de combinaison dépasse de 1^{Cal} la chaleur de solidification $(L+S)$ de cette molécule.

» Lorsque la différence sera de n degrés, la chaleur totale de combinaison deviendra $L+S+\frac{n}{33,33}$. Cette différence est toujours positive.

» D'autre part, comme on a également

$$\frac{L+S}{T} = 30,$$

---

(1) Cette Note a été présentée à l'Académie dans la séance du 17 mars 1902.

(2) Voir *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 368.

(3) Bien entendu 33,33 et 30 sont des moyennes connues seulement à $\frac{1}{15}$ près. Ainsi le premier nombre peut varier de 31,2 à 35,7, et le second de 28 à 32.

le nombre 33,33 se trouve être aussi l'*équivalent thermique de la vaporisation*, c'est-à-dire qu'une molécule qui bout à n degrés (absolus), sous la pression atmosphérique, a une chaleur de vaporisation de $\frac{n}{33,33}$, exprimée en grandes calories, à cette température.

» Enfin, il en sera de même encore pour la quantité Q comparée à T', puisque l'on a aussi

$$\frac{Q}{T'} = 30,$$

c'est-à-dire qu'un corps dissociable qui a une tension de 760^{mm} à n degrés (absolus) aura une chaleur de formation totale de $\frac{n}{33,33}$ (en grandes calories), à partir de la molécule gazeuse fixée et du corps solide provenant de la décomposition.

» II. Les chlorures métalliques ammoniacaux formant une série assez complète et bien étudiée, je me suis proposé de calculer de deux en deux toutes les valeurs connues de la différence $\theta - \theta'$ et de les comparer aux valeurs correspondantes des différences $Q - Q'$. On doit trouver ainsi, pour une grande calorie, un nombre voisin de 33°,33, ou plus exactement voisin de 31°,2, puisque, pour cette série, les rapports $\frac{Q}{T}$ donnent une moyenne de 32 ou 32,1 comme l'a fait remarquer M. Matignon ([1]).

» Je me suis servi des données suivantes :

	Q.	T.	θ ([2]).
	Cal		
$ZnCl^2.4AzH^3 + 2AzH^3$	11	332	91,5
$ZnCl^2.2AzH^3 + 2AzH^3$	11,9	363	122,5
$CaCl^2.4AzH^3 + 4AzH^3$	9,9	305	64,5
$CaCl^2.2AzH^3 + 2AzH^3$	10,29	315	74,5
$CaCl^2 + 2AzH^3$	14,03	453	212,5
$2AgCl.3AzH^3 + 3AzH^3$	9,5	293	52,5
$2AgCl + 3AzH^3$	11,58	341	100,5
$MgCl^2.2AzH^3 + 4AzH^3$	13,07	415	174,5
$LiCl.3AzH^3 + AzH^3$	8,927	286	45,5
$LiCl.2AzH^3 + AzH^3$	11,096	332	91,5
$Al^2Cl^6.12AzH^3 + 6AzH^3$	8,27	258,4	17,9

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 103.

([2]) Pour calculer les valeurs de θ, j'ai pris 240°,5 soit — 32°,5 comme température d'ébullition de AzH^3 sous la pression de 760^{mm}. Les courbes de Regnault donnent en effet — 32°,6 et j'ai observé moi-même — 32°,4 sous la pression de 753^{mm}. Il est vrai que Regnault pense que ce nombre — 32°,6 est trop élevé et ajoute qu'il a trouvé

» On obtient ainsi 55 séries de valeurs de $\theta - \theta'$ et de $Q - Q'$, lesquelles donnent, en moyenne, pour 1 grande calorie, 31°,10. Ce nombre est aussi voisin que possible de 31,2. C'est l'équivalent thermique de la dissociation pour les chlorures métalliques ammoniacaux.

» III. Ce fait est d'autant plus remarquable que les valeurs de θ varient beaucoup, de 212,5 à 17,9.

» On sera donc autorisé à appliquer ce même nombre 31,1 à la plus petite valeur trouvée pour θ, soit 17°,9, c'est-à-dire que la chaleur de formation totale Q du composé $Al^2Cl^6, 12AzH^3 + 6AzH^3$, soit $+8^{Cal},27$, surpasse la chaleur de solidification (L + S) d'une molécule gazeuse de AzH^3 de

$$\frac{17,9}{31,1}, \text{ soit } 0^{Cal},575,$$

et que, par suite, la chaleur de solidification de AzH^3 gaz sera

$$L + S = +8,270 - 0,575 = +7^{Cal},695.$$

» Ce nombre obéira encore à la relation générale, et l'on aura

$$\frac{L+S}{240,5} = \frac{7695}{240,5} = 31,99$$

et, par conséquent,

$$\frac{240^\circ,5}{7,695} = 31^\circ,2,$$

31,2 est donc l'équivalent thermique de la volatilisation de l'ammoniac.

» IV. On voit ainsi que l'on peut, par cette méthode :

» Ou bien déterminer la chaleur de solidification d'une molécule gazeuse lorsqu'on connaît la dissociation et la chaleur de formation d'un certain nombre de ses combinaisons dissociables, ce qui peut rendre de grands services si la mesure directe est impossible ou difficile, comme il arrive ordinairement pour les gaz.

» Ou bien préciser à quelle température un composé dont on connaît Q aura une tension de 760mm et calculer ensuite toute la courbe au moyen de la formule de Clapeyron.

---

directement −38°,1. Mais il doit y avoir eu erreur dans cette détermination. En réalité si l'on plonge un thermomètre dans AzH^3 liquéfié et pur, l'instrument indique bien une température voisine de −37° à −38°, mais le liquide ne *bout* pas. Pour le faire bouillir, il est nécessaire de le chauffer extérieurement à la main. J'ai vu alors la température s'élever peu à peu jusqu'à −32°,4; à ce moment il se produit une véritable ébullition et la température reste constante.

» Toutefois, il ne faut pas oublier que nous admettons toujours implicitement dans ces calculs que Q, déterminé à la température ordinaire, ne varie pas à la température où la dissociation a été mesurée. Aussi doit-on être extrêmement prudent lorsqu'on cherche à transporter des considérations de ce genre à des températures élevées, par exemple dans le cas de la dissociation du calcaire. »

CHIMIE. — *Sur un orthophosphate monosodique acide.* Note de M. H. Giran.

« La Note de M. H. Joulie, parue dans le dernier numéro des *Comptes rendus* (¹), m'engage à publier les résultats que j'ai obtenus sur un sujet analogue.

» I. On admet, d'après les expériences de E. Zettnow (²), que les cristaux qui recouvrent les cylindres d'acide métaphosphorique du commerce, conservés pendant longtemps dans des flacons imparfaitement bouchés, sont constitués par de l'acide pyrophosphorique. Les analyses de ce savant paraissaient le conduire à ce résultat. Il avait bien constaté, il est vrai, que la solution aqueuse de ces cristaux présente les réactions caractéristiques de l'acide orthophosphorique, notamment qu'elle donne, après neutralisation, un précipité jaune avec le nitrate d'argent; mais il expliquait cette anomalie en supposant que ces cristaux constituaient une variété particulière d'acide pyrophosphorique, qui possédait la propriété de se transformer instantanément en acide orthophosphorique quand on le dissolvait dans l'eau.

» II. J'ai repris l'étude de ces cristaux. J'ai constaté d'abord qu'ils contiennent une notable quantité de soude, comme les bâtons d'acide métaphosphorique d'où ils proviennent. Zettnow avait aussi constaté, par la coloration de la flamme, la présence de la soude dans son acide métaphosphorique, mais il pensait qu'il n'y en avait que des traces, et ne l'avait ni recherchée ni dosée dans les cristaux qu'il étudiait.

» J'ai dosé directement l'acide phosphorique, la soude et l'eau : l'acide phosphorique à l'état de pyrophosphate de magnésie, la soude à l'état de

(¹) *Comptes rendus*, p. 604 de ce Volume.

(²) *Annales de Poggendorff*, t. CXLV, 1872, p. 643.

carbonate de soude, et l'eau par le procédé de l'analyse organique. J'ai obtenu les résultats suivants :

	I.	II.	III.	IV.	V.
P^2O^5..........	65,55	65,67	»	»	»
Na^2O..........	»	»	14,24	14,10	»
H^2O...........	»	»	»	»	20,85

» On en déduit, pour les cristaux analysés, la formule $P^2O^8NaH^5$, dont la composition théorique est :

P^2O^5..............................	65,14
Na^2O..............................	14,22
H^2O	20,64
	100,00

» C'est le sel monosodique correspondant au phosphate sesquisodique $P^2O^8Na^3H^3$ de M. Joulie. On peut le considérer comme une combinaison de PO^4H^3 et de PO^4NaH^2; il n'est donc pas surprenant qu'il présente tous les caractères des orthophosphates.

» L'erreur de Zettnow est due à ce que ce chimiste dosait l'acide phosphorique par calcination du composé avec de la litharge, en admettant qu'il ne contenait que cet acide et de l'eau ; l'augmentation de poids de la litharge lui donnait ce qu'il croyait être P^2O^5; en réalité, c'était la somme de P^2O^5 et de Na^2O. Il trouvait ainsi 79,67 pour 100 de P^2O^5 (l'acide pyrophosphorique en contient 79,77); or, la somme des poids de P^2O^5 et de NaO^2 contenus dans 100 parties de $P^2O^8NaH^5$ est précisément 79,36, nombre très voisin du résultat 79,67 obtenu par Zettnow.

» III. Je me suis demandé si ce corps $P^2O^8NaH^5$ était réellement un composé défini, ou simplement un mélange de $PO^4H^3 + PO^4NaH^2$. Pour résoudre cette question, j'ai mesuré sa chaleur de dissolution dans l'eau. J'ai trouvé :

$$P^2O^8NaH^5 \text{ sol.} + aq = + 1^{Cal},12.$$

» Or

$$PO^4H^3 \text{ sol.} \quad + aq = + 2^{Cal},69 \text{ (Thomson)}$$
$$PO^4NaH^2 \text{ sol.} + aq = - 0^{Cal},13 \text{ (M. de Forcrand)}$$
$$\text{Total} = + 2^{Cal},56$$

Le nombre $+1,12$ est très notablement différent de cette somme; le corps $P^2O^8NaH^5$ est donc un composé défini. C'est un *diorthophosphate monosodique*. Il est très déliquescent et très soluble dans l'eau.

» Sa chaleur de formation, à partir de PO^4H^3 sol. et de PO^4NaH^2 sol., est égale à $+ 2,56 - 1,12 = + 1^{Cal},44$:

$$PO^4H^3 \text{ sol.} + PO^4NaH^2 \text{ sol.} = P^2O^8NaH^5 \text{ sol.} + 1^{Cal},44\ (^1).$$

» IV. La formation de ce composé sur les bâtons d'acide métaphosphorique s'explique aisément si l'on examine la composition de ces derniers. J'en ai analysé plusieurs, pris dans des flacons différents, les uns existant depuis plusieurs années au laboratoire et recouverts d'une épaisse couche de cristaux, les autres préparés depuis moins longtemps et encore inaltérés. Les premiers étaient, avant d'être soumis à l'analyse, soigneusement débarrassés des cristaux qui les recouvrent. J'ai trouvé, dans tous les cas, des compositions très voisines. Quatre échantillons différents ont été analysés; j'y ai trouvé des quantités de P^2O^5 variant de 75,32 à 80,89 pour 100, et des quantités de soude variant de 14,17 à 18,97 pour 100. La composition de ces cylindres se rapproche donc de celle qui correspondrait à la formule $PO^3Na + PO^3H$, qui est la suivante :

$$\left\{\begin{array}{l} P^2O^5 = 78,02, \\ Na^2O = 17,03, \\ H^2O = \ \ 4,94. \end{array}\right.$$

» La fixation de 1^{mol} d'eau sur chacun de ces deux corps a donné naissance au composé étudié ci-dessus.

» Il résulte également de ces expériences que, conformément aux observations de M. Sabatier, l'acide métaphosphorique (et, sans doute, aussi les métaphosphates) se transforment directement en acide orthophosphorique (et en orthophosphates), sans passer par l'état intermédiaire d'acide pyrophosphorique (et de pyrophosphate). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le phosphate sesquisodique.* Note de M. J.-B. SENDERENS.

« Dans les *Comptes rendus* du 10 mars dernier M. Joulie a publié une Note sur un nouveau phosphate de soude. En consultant les *Comptes rendus* de 1882, 1er semestre, t. XCIV, p. 649, on trouve, dans une Note de MM. Filhol

(1) Le sel de M. Joulie possède, sans doute, une constitution analogue; ce doit être une combinaison $PO^4H^3 + PO^4Na^3$.

et Senderens, une description détaillée de ce phosphate sesquisodique, qui d'ailleurs figure depuis lors dans un grand nombre d'Ouvrages de Chimie. (Wurtz, *Dict. de Chimie*, 1er Supplément, p. 1259; Dammer, *Anorganische Chemie*, t. II, 2e partie, p. 179; Joly, *Cours élém. de Chimie*, t. I, p. 231, etc.)

» Ainsi que nous l'avions indiqué dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 388), nous avions été conduit à la préparation de ce sel par les expériences calorimétriques de MM. Berthelot et Louguinine. M. Joulie a obtenu un sel anhydre, parce qu'il l'a desséché à 110°, température à laquelle nous avions dit qu'il perdait toute son eau de cristallisation. Mais si on le dessèche dans le vide en présence de l'acide sulfurique, il cristallise avec 3mol d'eau, et avec 15mol lorsqu'il est exposé à un courant d'air sec à la température ordinaire.

» Le sel sesquisodique fait partie d'un groupe de phosphates sesquibasiques décrits dans la même Note et auquel correspond une série analogue d'arséniates (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 345). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des éthers halogénés sur les combinaisons sulfocarboniques d'amines secondaires*. Note de M. **Marcel Delépine**.

« Dans un Travail précédent, j'ai montré comment les iodures alcooliques réagissent sur les combinaisons sulfocarboniques des amines primaires (1); je me propose de rapporter aujourd'hui les résultats obtenus par l'action des éthers halogénés, tels que les iodures de méthyle, d'éthyle, le chlorure de *p*-nitro-benzyle, sur les combinaisons sulfocarboniques d'amines secondaires.

» La réaction est fort simple et sensiblement quantitative, suivant l'équation :

$$Az(R)''.CS.S.AzH^2(R)'' + XR' = Az(R)''CS.S.R' + XH.AzH(R)'',$$

c'est-à-dire qu'il se forme le sel de l'amine secondaire employée, et un éther thiosulfocarbamique dont l'azote est substitué doublement, soit par deux radicaux univalents comme dans le diéthylthiosulfocarbamate de méthyle $(C^2H^5)^2Az.CS.SCH^3$, soit par un radical bivalent comme dans le tétrahydroisoquinoléthylthiosulfocarbamate de méthyle $(C^9H^{10})Az.CS.SCH^3$. Ces sortes d'éthers peuvent aussi être considérés comme des uréthanes disulfurées, des *thiosulfouréthanes* à azote bisubstitué.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1416; t. CXXXIV, p. 108.

» *Préparation.* — Pour la réaliser, il suffit de mêler deux molécules d'amine en solution alcoolique avec une molécule de sulfure de carbone, puis d'ajouter, au produit cristallisé ou non, une molécule de l'éther halogéné. Les deux réactions successives se font avec un dégagement de chaleur qu'il y a lieu de combattre, s'il est excessif: la première est très vive, la seconde est plus ou moins rapide, suivant la nature de l'amine ou de l'éther halogéné, mais on peut la considérer comme terminée après 1 heure. Ce temps écoulé, il se produit le plus souvent une abondante cristallisation du sel de l'amine, dont on peut parfaire le dépôt par addition d'éther; mais il est plus commode d'ajouter de l'eau; celle-ci dissout le sel d'amine dont on retrouve la moitié, et précipite l'uréthane sulfurée sous forme de cristaux ou d'huiles, qu'on peut décanter directement ou extraire par l'éther. Suivant la nature du produit, on le distille ou bien on le fait cristalliser dans l'alcool plus ou moins aqueux. Quand on distille, le liquide passe en entier à température fixe, mais il garde une petite teinte jaune que ne possèdent pas les corps cristallisés.

» J'ai préparé les combinaisons suivantes dont les points de fusion sont indiqués :

$(CH^3)^2Az.CS^2.CH^3$ .... $+47°$

$(CH^3)^2Az.CS^2.C^2H^5$ .... »

$(C^2H^5)^2Az.CS^2.CH^3$ .... $+2$

$(C^3H^7)^2Az.CS^2.CH^3$ (dipropyl).. 0

5. $(C^5H^{10})Az.CS^2.CH^3$ (pipéridyl) .... $33°-34°$

6. $(C^9H^{10})Az.CS^2.CH^3$ (hydroisoq.) 70

7. $(C^6H^5CH^2)^2Az.CS^2.CH^3$ (dibenzyl) 55

8. $(C^3H^7)^2Az.CS^2.CH^2.C^6H^4.AzO^2$ (*p*-nitrobenzyl). 60

» *Propriétés.* — Cette variété montre la généralité de la réaction; mais je tenais surtout à préparer les premiers termes, pour les comparer avec les éthers imidodithiocarboniques qui sont isomères. Ils s'en distinguent bien par leur odeur difficile à définir, se rapprochant de celle des phénols et crésols, mais plus encore par leur facile cristallisation, leur point d'ébullition et leur densité plus élevés, comme le fait ressortir le Tableau suivant :

Formule.	Constitution.	Ébull.	D 0/4.	Constitution.	Ébull.	D 0/4.
$C^4H^9AzS^2$	$(CH^3)^2Az.CS^2.CH^3$....	243°	Solide.	$CH^3Az:C(SCH^3)^2$....	192°	1,1383
$C^5H^{11}AzS^2$	$(CH^3)^2Az.CS^2.C^2H^5$...	252	1,1255	$C^2H^5Az:C(SCH^3)^2$...	200,5	1,0848
$C^6H^{13}AzS^2$	$(C^2H^5)^2Az.CS^2.CH^3$. .	256	1,0977	$CH^3Az:C(SC^2H^5)^2$...	215	1,0489
$C^8H^{17}AzS^2$	$(C^3H^7)^2Az.CS^2.CH^3$...	275	1,0475	$C^5H^{11}Az:C(SCH^3)^2$..	242	1,0262

» Toutes les uréthanes citées plus haut sont à peu près insolubles dans l'eau, très solubles dans l'alcool, l'éther, le benzène, le chloroforme, voire même miscibles quand elles sont liquides. L'éther de pétrole les dissout beaucoup moins bien. Il va de soi que ces solubilités ne sont données ici qu'à titre d'indication générale et qu'elles varient progressivement avec la complication moléculaire.

» *Réactions.* — A l'encontre des éthers imidodithiocarboniques, les thiosulfouréthanes Az-bisubstituées, ne sont pas basiques; elles ne se dissolvent pas dans les acides, ne forment pas de picrates et ne se combinent que malaisément au chlorure mercurique, en donnant des sels visqueux. L'azotate d'argent ne les attaque pas. L'iodure de méthyle ne se combine pas avec elles à froid. Bref, elles sont éminemment stables.

» A 250°, l'action de l'ammoniaque et des amines est à peu près nulle; à 300°, après 6 heures, elle n'est encore que partielle, mais la portion qui a réagi s'est plutôt

détruite que combinée, car on trouve de l'hydrogène sulfuré dans les gaz formés; on ne peut donc faire commodément des urées sulfurées par l'intermédiaire de ces éthers.

» L'*oxydation* par l'acide nitrique à chaud transforme la moitié du soufre en acide sulfurique, l'autre moitié en produits d'oxydation du mercaptan correspondant à l'éther. Exemple :

$$(R'')Az.CS^2.CH^3 + 2H^2O + O^7 = (R'')AzH + CO^2 + SO^4H^2 + CH^3.SO^3H.$$

» Cette réaction distingue encore les éthers thiosulfocarbamiques en question des éthers imidothiocarboniques.

La *réduction* du premier terme $C^4H^9AzS^2$ par le sodium en présence d'alcool absolu est très vive; elle donne naissance à du sulfure et à du méthylmercaptide de sodium, à de la triméthylamine et surtout à de la formodiméthylamine $(CH^3)^2Az.CH^2.Az.(CH^3)^2$. Ces réactions sont faciles à interpréter. La production de triméthylamine provient d'une hydrogénation totale (I); la production de formodiméthylamine, d'une hydrogénation moins complète, d'où résulterait de l'aldéhyde thioformique (II) susceptible de réagir sur la diméthylamine (III) et de s'hydrogéner lui-même (IV). La production de l'aldéhyde thioformique est essentiellement parallèle à ce qui se passe dans l'hydrogénation des éthers isosulfocyaniques (V].

(I) $(CH^3)^2Az.CS.SCH^3 + H^3 + Na^3 = (CH^3)^2Az.CH^3 + Na^2S + NaS.CH^3,$

(II) $(CH^3)^2Az.CS.SCH^3 + H^3 + Na = (CH^3)^2AzH + CH^2S + NaS.CH^3,$

(III) $2(CH^3)^2AzH + CH^2S + Na^2 = (CH^3)^2Az.CH^2.Az(CH^3)^2 + Na^2S + H^2,$

(IV) $CH^2S + H + Na = CH^3SNa,$

(V) $CH^3Az : C : S + H^4 = CH^3AzH^2 + CH^2S.$

» La formation de sulfure est caractéristique; les éthers imidodithiocarboniques n'en donnent pas.

» En résumé, j'ai indiqué un procédé fort simple de préparation des éthers thiosulfocarbamiques à azote bisubstitué. Cela m'a permis d'étudier les principales propriétés de ces éthers et d'en faire ressortir la stabilité. Ce procédé s'applique aussi, comme je me propose de le montrer ultérieurement, à l'obtention des uréthanes RAzH.CSSR' et AzH^2.CSSR dont la fragilité et l'aptitude aux réactions contrastent avec la résistance des dithiouréthanes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouveaux composés du méthylène.* Note de M. **Marcel Descudé**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré que le chlorure de zinc provoque très rapidement la combinaison du trioxyméthylène avec un chlorure d'acide, R — COCl, en donnant naissance au composé $R - COO - CH^2Cl$.

» En outre, dans le résidu de la distillation du produit brut, dans le vide, se trouve, en proportions variables, mais toujours très notables, le produit $(R-COO)^2CH^2$.

» En répétant cette réaction sur un grand nombre de chlorures d'acides, j'ai constaté qu'elle est absolument générale. Toutefois, en ce qui concerne les chlorures d'acides bibasiques (chlorures de succinyle et de phtalyle), avec lesquels la combinaison est très énergique, la distillation, même dans le vide, provoque une décomposition complète, et l'on trouve, comme résidu, la totalité de l'anhydride correspondant au poids de chlorure d'acide employé.

» Enfin, j'ai pu obtenir toute une série de composés mixtes en réalisant la réaction

$$R-COOCH^2Cl + R'-COOK = KCl + \begin{matrix} R-COO \\ R'-COO \end{matrix}\Big\rangle CH^2.$$

» Il suffit, pour cela, de chauffer à une température variable, suivant les cas, mais toujours supérieure à 160°, et pendant au moins 3 heures, puis de reprendre par l'alcool bouillant et de filtrer. Par refroidissement, le corps cristallise ou se dépose à l'état liquide. Dans ce dernier cas, on décante et l'on distille dans le vide.

» Je me bornerai à donner la liste des nouveaux composés que j'ai préparés :

» *Chloro-valérianate,* liquide incolore bouillant vers 60°, sous 15^{mm} de pression.

» *Divalérianate,* bout à 119° sous 15^{mm}.

» *Chloro-toluate* (o.), bout à 125° sous 15^{mm}.

» *Ditoluate* (o.), fond à 61°-62°.

» *Chloro-toluate* (m.), bout à 130°-132°, sous 20^{mm}.

» *Ditoluate* (m.), fond à 55°-56°, bout à 242°-244°, sous 15^{mm}.

» *Chloro-toluate* (p.), bout à 135°-136°, sous 20^{mm}.

» *Ditoluate* (p.), fond à 104°.

» *Chlorophénylacétate,* bout à 138°-140°, sous 15^{mm}.

» *Diphénylacétate,* bout à 245°-247°, sous 15^{mm}.

» Composés mixtes. — *Acéto-benzoate,* fond à 38° et distille entre 255° et 260°, à la pression ordinaire, en se décomposant légèrement.

» *Phénylacéto-benzoate,* bout à 230°, sous 12^{mm}.

» *Benzo-toluate* (o.), fond à 51°-52°.

» *Benzo-toluate* (m.), fond à 36°, bout à 227°, sous 12^{mm}.

» *Benzo-toluate* (p.), fond à 74°-75°; ce corps a été obtenu dans les trois réactions suivantes : Action du chlorotoluate (p.) de méthylène sur le benzoate de potassium; action du chlorobenzoate de méthylène 1° sur l'acide toluique (p.), 2° sur le toluate (p.) de potassium.

» Tous ces corps cristallisent en belles aiguilles prismatiques, transparentes; ils présentent tous, à un très haut degré, les phénomènes de la surfusion et de la sursaturation.

» En terminant, je signalerai une réaction caractéristique et très sensible qui permet de déceler la présence du méthylène dans ces divers composés. Si l'on prend quelques centigrammes de l'un quelconque de ces corps et qu'on y verse quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, il y a dissolution (apparente), et il suffit, à ce moment, d'ajouter une goutte d'eau pour que la chaleur dégagée par la combinaison de l'acide et de l'eau provoque un vif dégagement d'aldéhyde méthylique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Le sucre de canne dans les réserves alimentaires des plantes phanérogames.* Note de M. **Em. Bourquelot.**

« Dans la Note que j'ai publiée en octobre dernier [1], sur un nouveau procédé de recherche du sucre de canne dans les végétaux, je me suis borné à montrer, par trois exemples, qu'il pouvait être utilisé avec avantage dans l'analyse immédiate des principaux organes des plantes (racine, graine, et péricarpe succulent d'un fruit).

» Depuis lors, ce procédé a été fréquemment appliqué dans mon laboratoire, et plus particulièrement à l'étude des organes renfermant des réserves alimentaires (racine, rhizome, écorce, graine). De mes recherches déjà nombreuses, ainsi que de celles qui ont été faites occasionnellement par plusieurs de mes élèves, il paraît résulter que le sucre de canne accompagne sinon toujours, du moins presque toujours, les réserves alimentaires des végétaux phanérogames, quelles qu'elles soient.

» Les organes soumis à l'essai ont été choisis avec la seule pensée d'opérer sur des réserves de nature variée. C'est ainsi qu'on a soumis à l'analyse des organes renfermant :

» 1° De l'*amidon :* racines de tamier commun et de pivoine, bulbe de colchique, lentille.

» 2° De l'*amyloïde* (xylogalactane d'après Winterstein) : graines de pivoine et de capucine.

» 3° De l'*inuline :* tubercule de topinambour.

» 4° Des *mannanes* et *dextromannanes :* graines d'asperge et de *Ruscus hypoglossum*, bulbe de *Loroglossum hircinum.*

---

[1] *Comptes rendus,* séance du 28 octobre 1901.

» 5° Des *mannogalactanes :* graine de *Strychnos potatorum.*

» 6° Des *matières grasses :* graines de *Cocos Yatay* et de *Sterculia fœtida.*

» Etc., etc.

» Tous ces organes ont été traités par l'alcool bouillant, selon les indications données dans ma première Note. Les racines, rhizomes, écorces et chatons l'ont été quelques heures seulement après la récolte.

» Les liquides alcooliques ont été évaporés au bain-marie, après addition de carbonate de calcium ; le résidu a été repris par l'eau thymolée et les solutions ainsi obtenues ont été additionnées d'invertine de levure de fermentation haute, puis abandonnées à la température du laboratoire.

» Dans tous les cas, sans exception, le ferment a déterminé la formation de sucres réducteurs. Mais, comme je l'ai déjà fait remarquer, la constatation de l'action de l'invertine dans un liquide organique ne suffit pas pour que l'on puisse affirmer l'existence de sucre de canne dans ce liquide. Il faut encore que les changements optiques qui se produisent par suite de cette action soient identiques à ceux que donne le calcul en admettant que tout le sucre réducteur formé est à l'état de sucre interverti.

» Le Tableau suivant a été dressé précisément dans le but de faire ressortir l'accord ou le désaccord observés à cet égard au cours de mes essais. On y trouvera, en regard du nom de chaque espèce : 1° le sucre réducteur et le sucre de canne entrant dans l'organe étudié au moment de l'expérience, la proportion du dernier sucre étant calculée d'après la quantité de sucre réducteur (interverti) provenant de l'action de l'invertine; 2° les changements optiques observés et calculés (exprimés en minutes).

» Les proportions de sucre sont rapportées à 100g d'organe. Quant aux déviations observées, elles correspondent à des liquides qui représentaient primitivement le plus souvent 100g d'organe pour 100cm³, mais qui ont été plus ou moins dilués suivant les nécessités de l'expérience. Les déviations calculées se rapportent à la composition de ces mêmes liqueurs :

Nom de l'espèce.	Organe.	Sucre réducteur initial pour 100.	Saccharose calculé pour 100.	Recul de la déviation à gauche : observé.	calculé.
Tamus communis L.....	racine			116′	115′
Pœonia officinalis L....	racine	0,422	3,880	362	367
Scrophularia nodosa L..	rhizome	0,186	0,405	30	32
Colchicum autumnale L.	bulbe	0,807	2,399	230	234
Ervum lens L...........	graine	traces	0,739	58	61
Pœonia officinalis L.....	graine	0,244	3,204	300	304
Tropœolum majus L	graine	0,251	2,758	186	190
Helianthus tuberosus L..	tubercule	0,157	10,300	680	978
Asparagus officinalis L..	graine	0	1,520	40	39
Ruscus hypoglossum	graine	0,244	3,033	296	288

Nom de l'espèce.	Organe.	Sucre réducteur initial pour 100.	Saccharose calculé pour 100.	Recul de la déviation à gauche : observé.	calculé.
Loroglossum hircinum R.	tubercule	1,380	1,266	94′	125′
Strychnos potatorum L.	graine	0,165	1,309	126	125
Cocos Yatay Mart.... .	graine	0,195	2,437	242	242
Sterculia fœtida L......	graine	traces	2,961	300	295
Stachys tuberosa........	tubercule			324	327
Neottia Nidus avis R....	racine	0,150	0,237	22	24
Betula alba L	écorce	1,420	0,505	44	42
Fraxinus exelsior L	écorce	0,288	0,432	46	47
Alnus glutinosa Gaertn..	chatons mâles	1,342	1,549	96	97
Tamus communis L.....	graine	0,190	1,790	184	178

» La concordance est donc aussi parfaite que possible pour dix-huit organes sur vingt, et l'on peut en conclure que le sucre de canne existe dans ces dix-huit organes.

» Je puis ajouter que des résultats aussi positifs ont été obtenus dans mon laboratoire pour les graines suivantes : graines de caroubier, de févier d'Amérique, d'oignon, de petit houx, d'*Aucuba japonica,* de phellandrie, de carvi, de coriandre, etc., et que dans des recherches complémentaires, le sucre de canne a été isolé en nature des graines de févier d'Amérique, de petit houx, de muguet, d'*Aucuba japonica,* ainsi que de la racine de pivoine.

» A l'examen de tous ces faits (¹) on est pour ainsi dire amené à penser que le sucre de canne est une sorte de principe nécessaire aux échanges nutritifs, dans toutes les plantes phanérogames. Car, là même où le procédé n'a pas donné de résultats en harmonie avec cette manière de voir, il se peut qu'il y ait, cependant, du sucre de canne dont la présence se trouve masquée par un autre principe dédoublable par l'invertine. Il en est ainsi, d'ailleurs, pour le tubercule de topinambour, puisque Dubrunfaut, il y a déjà 35 ans (²), a retiré du sucre de canne de cet organe. »

(¹) Il convient de rappeler, à ce sujet, les nombreux faits analogues qui ont déjà été signalés, il y a quelques années, par Schulze et ses élèves [*Verbreitung des Rohrzuckers in den Pflanzen* (*Zeit. f. physiol. Chemie,* t. XXVII, 1899, p. 267)].

(²) *Sur la présence et la formation du sucre cristallisable dans les tubercules d'*Helianthus tuberosus (*Comptes rendus*, t. LXIV, 1867, p. 764).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la digestion de la mannane des tubercules d'Orchidées*. Note de M. H. **Hérissey**.

« De recherches antérieures, faites en collaboration avec M. Bourquelot, il résulte que la digestion des mannanes et galactanes contenues dans les albumens cornés des graines de Légumineuses se fait sous l'influence d'un ferment ou d'un ensemble de ferments spéciaux, que nous avons désigné sous le nom de *séminase*. On a pu, en particulier, préparer à l'état cristallisé le mannose résultant de l'hydrolyse des mannanes ainsi réalisée par voie physiologique. De nombreuses expériences personnelles, déjà publiées, ou encore en cours, m'ont permis de conclure que l'utilisation des mannanes chez les Légumineuses se fait toujours suivant un mode identique à celui observé dans nos premières recherches ([1]).

» Les mannanes n'existent pas seulement dans les graines des Légumineuses; elles constituent une matière de réserve abondante de l'albumen de beaucoup de semences; leurs propriétés, suivant les diverses familles végétales, présentent d'ailleurs de grandes différences sur lesquelles ce n'est pas ici le lieu d'insister. Je rappellerai seulement que les mannanes des Légumineuses sont des mannanes assez facilement hydrolysables, paraissant peu condensées, et au moins partiellement solubles dans l'eau. Ces divers caractères, qui éloignent beaucoup ces mannanes de celles des graines de Palmiers, les rapprochent, au contraire, d'un produit de même nature signalé pour la première fois par Gans ([2]) dans les tubercules d'Orchidées qui constituent le salep des pharmacies. Les résultats de Gans ont du reste été confirmés postérieurement par Fischer et Hirschberger ([3]), qui ont montré qu'effectivement le salep, traité par l'acide sulfurique étendu et bouillant, fournit du mannose, entre autres produits d'hydrolyse. Il était dès lors intéressant, comparativement aux recherches faites sur les graines à mannanes, de chercher à approfondir le mécanisme de la

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 42, 340, 731, 1719; t. CXXXI, 1900, p. 903; t. CXXXIII, 1901, p. 49.

([2]) *Ueber die Bildung von Zuckersäure aus Dextrose enthaltenden Stoffen, besonders aus Raffinose, und über die Untersuchung einiger Pflanzenschleimarten*. Inaugural-Dissertation, Göttingen, 1888, p. 46.

([3]) *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXII, 1889, p. 369.

digestion des produits analogues à ces dernières, contenus dans les tubercules d'Orchidées. Mes expériences ont porté, d'une part, sur une espèce bien déterminée, le *Loroglossum hircinum* Rich., et d'autre part, sur le salep du commerce; ce salep a été acheté entier et pulvérisé au moulin.

» I. Un certain nombre de pieds de *Loroglossum hircinum* ont été récoltés dans la première quinzaine de février; on en a séparé les gros tubercules, formés durant l'année précédente. Ces tubercules étaient en pleine végétation, car ils commençaient déjà à se rider, indice manifeste de la mise en œuvre de leurs réserves nutritives. 100^g de tubercules ont été pilés avec du sable, puis abandonnés à eux-mêmes 4 jours à 30°-35°, puis 15 jours à 15°-17°, en présence de 200$^{cm^3}$ d'eau additionnée de 3^g de fluorure de sodium (mélange 1). On a disposé un deuxième mélange témoin, identique au précédent, mais dans lequel on avait détruit toute diastase par la chaleur. Un troisième mélange, chauffé comme le précédent quelque temps au bain-marie, a été additionné, après refroidissement, de 3^g de poudre sèche de luzerne germée constituant, comme on sait, une source active de séminase. La poudre de luzerne germée est, à ce point de vue, absolument comparable au malt d'orge si riche non en séminase, mais en amylase.

» Après 19 jours, les mélanges 1 et 3, tout à fait fluides, filtraient beaucoup plus facilement que 2, qui était resté très visqueux. Les liquides 1, 2 et 3 contenaient respectivement, pour un volume de 100$^{cm^3}$, 1^g,250, 0^g,609 et 2^g,155 (1) de sucre réducteur exprimé en dextrose. Les liqueurs ont été traitées par l'acétate de phénylhydrazine, dans le but de rechercher le mannose. Le mélange 1 a fourni sensiblement 0^g,250 de mannosehydrazone pour 100$^{cm^3}$; le mélange 3, environ 0^g,350; enfin, dans les mêmes conditions, le mélange 2 n'a donné qu'un très léger précipité de 0^g,014 pour 100$^{cm^3}$. Les produits obtenus avec la totalité des mélanges 1 et 3, traités chacun respectivement par l'aldéhyde benzoïque, ont fourni du mannose cristallisé. A cause des difficultés inhérentes à la précipitation de la mannosehydrazone dans des liqueurs relativement impures, les chiffres ci-dessus ne sauraient être considérés comme étant l'expression d'un dosage, même approché.

» II. J'ai fait plusieurs autres expériences pour essayer l'action de la séminase de la graine de luzerne sur la mannane des tubercules d'Orchidées. En opérant sur des tubercules frais de *Loroglossum hircinum*, préalablement épuisés par l'alcool bouillant, j'ai obtenu comme ci-dessus la production de mannose, et cela en quantité notable, relativement au poids de matière sèche mis en œuvre. Mes essais sur le salep pulvérisé et préalablement traité par l'alcool à 95° bouillant m'ont particulièrement donné des rendements très avantageux : j'ai obtenu, en effet, par l'action du ferment, pour 100^g de salep primitif, 13^g à 14^g de mannosehydrazone presque incolore, dont j'ai pu régénérer le mannose à l'état cristallisé avec la plus grande facilité. Je rappellerai que Fischer et Hirschberger avaient obtenu, par l'action des acides, seulement 5^g à 6^g de mannosehydrazone pour 100^g de salep.

(1) La quantité de sucre apportée par la luzerne dans le mélange 3 était de 0^g,142 pour 100$^{cm^3}$, comme l'a montré une expérience témoin.

» Il ressort nettement des expériences qui précèdent que la mannane des tubercules d'Orchidées peut, comme celle des albumens cornés, se transformer en mannose sous l'influence des *ferments solubles ;* cette transformation est susceptible de s'accomplir dans le tubercule lui-même, au fur et à mesure de l'utilisation de la matière de réserve nécessaire à la végétation de la nouvelle plante. D'autre part, et c'est là un fait sur lequel il est de toute nécessité d'insister, on voit que l'agent fermentaire peut être emprunté à un groupe végétal, et même à un organe tout à fait différents de ceux qui contiennent la matière de réserve. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'action de l'acide sulfureux contre la casse des vins.* Note de M. **J. Laborde**, présentée par M. Roux.

« Le traitement de la casse des vins par l'acide sulfureux est bien connu depuis les expériences de M. Bouffard, mais une explication satisfaisante de l'efficacité de ce traitement n'a pas encore été donnée.

» M. Bouffard, puis M. Cazeneuve, ont admis que l'acide sulfureux détruit les propriétés de l'oxydase, ce qui ne concorde pas avec les résultats que j'ai obtenus en étudiant l'action de l'air sur les vins cassables additionnés ou non d'acide sulfureux. J'ai montré, en effet, que dans un temps déterminé, les quantités d'oxygène absorbé et d'acide carbonique produit sont sensiblement identiques dans les deux cas; au contraire, le phénomène présente une très notable différence pour un vin chauffé à 75° et le même vin non chauffé. La présence de l'acide sulfureux ne semble donc pas détruire l'oxydase, comme le fait la chaleur, par exemple.

» Je vais indiquer quelques faits nouveaux qui se rattachent à cette question.

» Si, dans un vin cassable, on introduit, au lieu de bisulfite de potasse, du moût ou du vin ayant été fortement sulfités, mais ne contenant plus que de l'acide sulfureux *combiné*, l'acide sulfureux libre ayant totalement disparu naturellement ou ayant été oxydé par l'addition d'une solution d'iode à froid, on constate que la casse du vin n'est pas entravée; tandis que ce même vin ne casse pas si on lui ajoute une quantité d'acide sulfureux *libre* égale à la précédente.

» A la même dose, l'acide sulfureux combiné à l'aldéhyde est également impropre à guérir la casse. Cela démontre, par conséquent, que l'acide

sulfureux qui existe dans le vin sous forme de combinaisons non oxydables par l'iode à froid, est inactif contre les effets de l'oxydase.

» Or ces combinaisons se produisent toujours dans un vin sulfité privé du contact de l'air; de sorte que, si l'on conserve, dans ces conditions, un vin cassable traité par la dose minimum d'acide sulfureux libre, déterminée par une expérience faite à l'air, il arrivera un moment où, cette dose ayant diminué, le vin sera redevenu cassable par aération si l'acide sulfureux n'a pas attaqué l'oxydase. C'est, en effet, ce qui s'est réalisé dans l'expérience suivante :

» Un vin rouge cassable, exigeant 4g de bisulfite de potasse pour être guéri après exposition à l'air, a été introduit, sans air, dans des bouteilles contenant des quantités croissantes de bisulfite de potasse correspondant à 4g, 5g, 6g et 8g par hectolitre. On a préparé ainsi deux séries de bouteilles dont l'une a été conservée pendant 6 jours à la température de 28°, et dont l'autre est restée 15 jours à la température du laboratoire, puis on a exposé une partie du vin à l'air, pendant que l'autre servait à la recherche de l'acide sulfureux libre; on a trouvé les résultats du Tableau ci-dessous :

	Acide sulfureux libre employé : par litre.	Acide sulfureux libre restant : par litre.	Action de l'aération sur le vin.
1re série, 28°....	g 0,022	Néant.	Casse complète.
	0,027	Id.	Id.
	0,032	Traces.	Casse partielle.
	0,044	0g,020	Casse nulle.
2e série, 15°....	0,022	Néant.	Casse complète.
	0,027	Traces.	Casse partielle.
	0,032	0g,018	Casse nulle.
	0,044	0g,025	Id.

» Des résultats tout à fait analogues ont été obtenus avec un vin blanc cassable.

» On voit que l'acide sulfureux libre avait disparu plus ou moins complètement dans ces échantillons et que la température exerce une influence sur la transformation de l'acide sulfureux libre. Cette transformation était démontrée en soumettant à la distillation les prises d'essai ayant servi à la recherche de l'acide sulfureux libre; dans tous les cas on a trouvé de l'acide sulfureux combiné.

» Tous les échantillons qui ne contenaient plus d'acide sulfureux libre ou qui n'en contenaient que des traces étant complètement ou en partie cassables, la présence de cet acide sulfureux, même à une dose assez supé-

rieure à la dose minimum, n'avait donc pas détruit les propriétés de l'oxydase, puisqu'elles réapparaissaient, dans toute leur énergie, après la disparition complète de l'acide sulfureux libre sous la forme combinée. On peut encore faire l'expérience qui suit :

» Un vin cassable, traité à la dose minimum d'acide sulfureux libre, est immédiatement après collé, puis conservé 24 heures à l'abri de l'air et filtré ensuite. On constate alors que la quantité de SO^2 qui reste est inférieure à celle qu'on avait introduite, et que le vin casse par aération, tandis qu'un témoin, sulfité, non collé, conservé, et aéré dans les mêmes conditions, ne casse plus. On ne doit donc coller un vin cassable, traité à la dose minimum de SO^2, qu'après l'avoir aéré.

» En somme, ces faits montrent que le contact seul de l'acide sulfureux et de l'oxydase dans les vins cassables ne suffit pas pour détruire les propriétés de cette oxydase et que c'est plutôt l'oxygène de l'air qui paraît être le principal agent de destruction dans ce cas, ainsi que des expériences antérieures l'ont déjà fait supposer ([1]).

» Les résultats qui précèdent expliquent encore l'erreur de quelques expérimentateurs qui ont accusé l'acide sulfureux d'être inefficace contre la casse des vins. Il n'est certainement pas l'agent actif contre l'oxydase, mais incontestablement un agent protecteur de la matière colorante du vin vis-à-vis des effets de la diastase oxydante.

» Dans les conditions habituelles de sa conservation en fûts, le vin absorbe lentement de l'oxygène, soit par la diffusion de l'air à travers les parois des futailles, soit pendant les ouillages ou les soutirages à l'air. Cette aération lente des vins cassables traités par l'acide sulfureux est le plus souvent suffisante pour détruire l'oxydase, à la condition toutefois que la quantité de SO^2 employée pour la protection de la couleur soit un peu supérieure à la dose minimum, afin que la différence compense les pertes de SO^2 libre dues à sa transformation en SO^2 combiné, toujours assez faible à basse température.

» Mais il est prudent, dans les cas graves, d'augmenter un peu l'aération normale du vin, ce qui favorise en outre la disparition de l'effet décolorant de l'acide sulfureux. »

([1]) *Comptes rendus*, juillet 1897 et février 1898.

GÉOLOGIE. — *Sur la coupe géologique du massif du Simplon.* Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Les coupes du massif du Simplon publiées par MM. Schardt et Golliez et celles dessinées par M. Schmidt ([1]) à travers la prolongation orientale de ce massif présentent un entrelacement très particulier des plis.

» Dans les profondes vallées qui convergent à Crevola, Gerlach a déjà révélé l'existence d'un pli couché considérable dont le noyau est formé par le gneiss d'Antigorio. Cet anticlinal couché vers le nord a été pleinement démontré par les travaux actuels de la percée du tunnel du Simplon.

» Au-dessus de ce pli les coupes jusqu'ici publiées dessinent des anticlinaux couchés ou déjetés, mais déversés en sens inverse, c'est-à-dire vers le sud. Leurs noyaux sont formés par les gneiss du Monte-Leone et du Lebendun. Ainsi comprises, ces coupes ne sont explicables que par deux poussées dirigées en sens opposé, phénomène analogue au célèbre double-pli de Glaris.

» J'ai montré dernièrement que ce grand accident des Alpes suisses devait être expliqué selon l'hypothèse proposée en 1884 par M. Marcel Bertrand, par un ou plusieurs plis simples venus du sud ([2]).

» Je propose aujourd'hui une hypothèse analogue pour interpréter les gneiss du Monte-Leone et du Lebendun.

» Jusqu'à ce jour, la charnière frontale, qui devrait regarder le sud, de ces plis de gneiss n'a jamais été rencontrée, même au point où le massif cristallin du Lebendun paraît, dans l'hypothèse de plis ayant marché vers le sud, sortir des schistes lustrés dans les hauteurs qui dominent la vallée de la Diverie.

» Les massifs de gneiss d'Antigorio et du Monte-Leone s'élèvent transversalement à leur direction de poussée vers l'est; autrement dit, le plan axial de ces plis couchés descend lentement vers l'ouest, de telle sorte que ces masses s'enfoncent en profondeur sous les hautes régions du Laquinhorn ([3]). Dans son extrémité orientale, le massif de gneiss du Monte-Leone

([1]) *Livret-Guide géologique dans le Jura et les Alpes suisses*, 1894.

([2]) Compte rendu sommaire, *Société géologique de France*, 17 février 1902.

([3]) Voir Carte géologique suisse au $\frac{1}{100000}$, feuille XVIII.

plane et s'arrête dans l'Ofenhorn sur des masses considérables de schistes lustrés. Cette disposition n'est pas applicable à un massif ayant racine en profondeur, mais est celle *d'une tête anticlinale d'un grand pli couché venant du sud,* soit *d'un pli frontal légèrement plongeant dont la charnière serait enfouie en partie dans les schistes lustrés.* Il en serait de même du gneiss du Lebendun.

» A la Cistella, des lambeaux de recouvrement de gneiss sont absolument comparables aux lambeaux du Hannstock et de la Sardona dans les Alpes glaronaises, fragments renversés qui peuvent tout aussi bien appartenir, dans l'hypothèse du double pli, au pli nord qu'au pli sud. On voit la similitude très remarquable du phénomène des Alpes de Glaris avec celui du Simplon.

» Le pli couché du gneiss d'Antigorio disparaît à la surface du sol à Gondo, grâce au plongement vers l'ouest de tout le massif. Il en est de même du pli couché du Monte-Leone et cette disposition, au sud du village de Simplon, montre la *jonction complète entre la tête anticlinale jusque-là isolée et sa racine.*

» En effet, les gneiss du Monte-Leone sont liés à ceux du Seehorn par une disposition périclinale des couches, fait dû simplement à la plongée du pli transversalement à sa direction de poussée. On voit alors que la bande de gneiss qui s'étend du Seehorn à Crévola, par la chaîne du Pizzo d'Albione, et plus loin sur le massif tessinois, représente la *racine d'un énorme pli couché vers le nord dont la tête forme le massif de gneiss qui du Monte-Leone s'étend à l'Ofenhorn.*

» Le massif du Lebendun représente ou bien la tête d'un pli indépendant ou encore celle d'un repli de la nappe que nous venons de reconstruire.

» Ainsi le massif gneissique du bassin donne lieu à des nappes considérables superposées dirigées vers le nord. Ces grands plis se retrouvent encore à l'est, dans le massif du Tambo et de la Suretta. A l'ouest, les Cartes géologiques ne permettent pas de suivre le phénomène qui doit certainement s'y propager. Le dôme du mont Rose sera sans doute considéré un jour comme la carapace d'un grand pli couché incurvé sur lui-même, dont la charnière frontale est enfouie et dont le flanc renversé est caché en profondeur. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les fragments de pierre ponce des fonds océaniques.* Note de M. J. THOULET.

« A la suite d'expériences antérieures (*Comptes rendus*, 15 octobre 1900) relatives aux pierres ponces trouvées sur le lit de l'océan, j'ai établi que, dans l'eau douce, des fragments de ponce de la grosseur d'un grain de blé pouvaient déjà tomber après deux ou trois jours de flottage, tandis que des fragments gros comme une noix exigeraient environ deux mois.

» J'ai répété ces expériences avec de l'eau salée ayant pour densité 1,0244 à 21°.

» 10 fragments de pierre ponce, de dimensions à peu près régulièrement croissantes, ont été exactement pesés secs. Leur poids variait de $0^{g},0105$ à $15^{g},2137$. Ils ont été abandonnés flottant sur l'eau salée, dans deux bocaux fermés. On agitait de temps en temps.

» Après 17 mois, 6 fragments surnageaient encore; les seuls tombés ont été un fragment pesant $0^{g},1057$ après 5 jours, un second pesant $0^{g},2149$ après 7 jours, un troisième pesant $5,8611^{g}$ après 30 jours, et un quatrième pesant $0^{g},0105$ après 36 jours.

» A ce moment, le fragment pesant sec $3^{g},5666$, de la grosseur d'une noix, encore parfaitement flottant, pesait $8^{g},582$ après avoir été rapidement essuyé, et humide.

» Placé sous la cloche pneumatique, sur l'eau de densité 1,0244, il a fini par tomber, à la pression atmosphérique, après avoir dégagé de nombreuses bulles d'air. Immédiatement retiré de l'eau et rapidement essuyé, son poids humide était de $9^{g},966$.

» En 17 mois, ce fragment avait absorbé $5^{g},115$ d'eau salée, c'est-à-dire 1,4 fois son poids primitif. Au moment où il est tombé, il en avait absorbé en tout 6,399, c'est-à-dire 1,8 fois son poids primitif. Si l'on suppose que l'absorption se soit effectuée d'une façon régulière, il ne serait donc guère tombé qu'après 22 mois de flottage....

» De l'expérience qui précède, tout approximative qu'elle soit, car la porosité des ponces est très variable, on a lieu de conclure que les fragments qu'on rencontre sur le lit de l'océan, s'ils étaient d'origine subaérienne, auraient flotté pendant un temps d'une durée presque illimitée avant de tomber au fond. Ils auraient donc eu les plus fortes chances de se séparer les uns des autres, s'ils avaient d'abord été groupés, et d'atteindre isolément un rivage quelconque. On est donc fondé à attribuer à la grande majorité des fragments du fond une origine subocéanique, à penser qu'ils n'ont jamais flotté à la surface, en d'autres termes qu'ils proviennent de volcans sous-marins actuellement en activité.

» On fait chauffer légèrement un fragment de pierre ponce, on le jette dans l'eau froide; il tombe à travers l'eau, descend à quelques centimètres, puis remonte à la surface, reste immobile un court instant, puis descend au fond et y reste. Refroidi, mis sous la cloche pneumatique, il dégage des bulles gazeuses. La surface du fragment a pris une teinte un peu grise; le fragment lui-même est devenu friable.

» Fortement chauffé au four à moufle et *étonné*, il tombe immédiatement au fond de l'eau et y demeure. Un morceau gros comme une prune a pris dans toute sa masse une teinte rouge foncé, dégage de l'air sous la cloche pneumatique et est devenu extrêmement friable.

» Lorsque le fragment de ponce est chauffé, peu ou beaucoup, l'air ou les gaz contenus dans ses cavités se sont dilatés; quand on l'étonne, l'air se contracte par refroidissement, l'eau ambiante prend sa place, le fragment s'alourdit et tombe au fond. En définitive, sa position d'équilibre au sein de l'eau dépend du volume des pores remplis d'air ou de gaz en quantité fonction de la température. Cette position est, par suite, fonction du volume et du poids du fragment, c'est-à-dire de sa densité apparente et de la différence de température entre le fragment et le liquide au moment de l'étonnement, enfin de la pression qui dépend elle-même de la profondeur de l'eau.

» Supposons un fragment de ponce jaillissant d'un évent volcanique sous-marin. S'il est gros et si sa température est suffisamment basse, il sera *étonné* au contact de l'eau. Dans des conditions favorables, la profondeur de la mer étant faible, il s'élèvera jusqu'à la surface où il flottera et il finira par être poussé par les courants et le vent sur un rivage quelconque. Ou bien il s'arrêtera entre deux eaux à l'état de parfaite flottaison et, faisant en quelque sorte corps avec le liquide, il suivra ses mouvements et sera entraîné. Incapable de s'élever davantage une fois qu'il a pris la température du milieu ambiant, il ne peut que descendre sur le fond. Dans le cas le plus fréquent, il s'imbibera d'eau immédiatement, s'étonnera et se transformera en boue rouge étalée sur le fond.

» L'étude de fonds marins provenant des parages des Açores et récoltés par le Prince de Monaco m'a fourni un grand nombre de particularités qui me paraissent prêter un sérieux appui aux considérations précédentes. »

MÉDECINE. — *De la radiométrie et de son application à la pelvimétrie.* Note de M. Th. Guilloz, présentée par M. d'Arsonval.

« La méthode la plus rigoureuse de radiométrie consiste à obtenir sur la même plaque photographique, le sujet étant immobile, deux projections coniques qui servent ensuite à déterminer, par un graphique ou par le

calcul, la projection orthogonale cotée des différents points intéressants. Les centres de ces projections coniques doivent être choisis de manière à simplifier les constructions géométriques ou les calculs.

» Deux positions intéressantes s'offrent immédiatement :

» *Premier procédé.* — Dans l'une, les deux centres d'émission sont sur une ligne horizontale parallèle au plan de la plaque horizontale également. Un fil métallique fin, tendu autour de la plaque entourée de papier noir, représente la projection verticale de l'horizontale joignant les deux centres d'émission. La projection de ces deux centres d'émission se marque par l'intersection de deux fils croisant le premier à angle droit.

» Les lignes joignant les points homologues de la double projection radiographique sont parallèles entre elles et parallèles à la projection de la ligne joignant les deux cathodes. Des tiges métalliques verticales, suspendues au-dessous d'un cadre de bois horizontal placé au-dessus de la plaque, et que l'on dispose au voisinage du sujet, donnent des projections dont les points de concours doivent coïncider avec les projections des centres d'émission indiqués précédemment sur la plaque. Ces contrôles permettent de juger immédiatement avant d'établir les calculs si les conditions énoncées ont été bien remplies.

» La projection orthogonale cotée obtenue au moyen de la double projection conique radiographique soit par un graphique, soit par le calcul, donnera les distances des points relevés sur cette projection. Il n'est évidemment pas nécessaire de repérer la position de la plaque par rapport au sujet. Le seul point délicat dans l'application de la méthode consiste à bien marquer sur la double projection les points correspondant à la projection d'un même point du corps. La détermination est rigoureuse dans le cas où il s'agit de repères métalliques réguliers fixés à la surface du corps (grains de plomb). Si les repères sont des rebords osseux, il est préférable d'employer la deuxième ou la troisième méthode.

» Un compas à quatre branches est réglé de telle façon que les pointes de trois branches (latérales) reposant sur les trois repères, la pointe de la quatrième tige (tige centrale), supposée poussée jusqu'à une division déterminée, viendrait rencontrer le corps étranger en pénétrant dans les tissus au point d'élection choisi par le chirurgien. Ce point d'entrée peut être choisi, car en déplaçant latéralement la tête du compas portant la branche centrale, les trois pointes latérales étant toujours supposées en coïncidence avec les repères, on change l'obliquité de la tige centrale par rapport au plan des repères, c'est-à-dire le point où, après réglage, la tige pénétrerait dans les tissus pour tomber sur le corps étranger.

» *Deuxième procédé.* — On fait sur la même plaque photographique horizontale une première pose, l'anticathode étant à une hauteur déter-

minée, puis une deuxième pose en rapprochant verticalement l'anticathode. Des tiges métalliques verticales, disposées au-dessus de la plaque tout autour du sujet, donnent des projections qui concourent en un point qui est le pied O de la verticale passant par les deux anticathodes.

» Les doubles projections a, a' d'un point A quelconque du sujet radiographié se trouvent sur une ligne qui passe par O, de même, également, la projection orthogonale α du point considéré. Cette projection α, ainsi que la cote qui y correspond, s'obtient par un graphique rapidement exécuté et qui consiste en un rabattement effectué autour de la ligne Oaa' du plan passant par le point A et les anticathodes. On peut également marquer sur la ligne Oaa' la position orthogonale α du point A après calcul des longueurs $O\alpha$ et de la cote $A\alpha$.

» La projection orthogonale s'obtient plus rapidement par le second procédé que par le premier, mais la méthode ne détermine pas avec précision les cotes des points voisins de la verticale suivant laquelle on a déplacé l'anticathode. Cette méthode, qui peut présenter son utilité pour déterminer la situation relative des fragments dans les fractures, s'applique bien en particulier à la radiopelvimétrie. La verticale suivant laquelle se déplace l'anticathode est projetée au milieu du bassin, tombant, le sujet étant couché, sur la ligne ombilico-pubienne à 5^{cm} ou 6^{cm} au-dessus du pubis. La situation du plan du détroit supérieur par rapport au plan horizontal de la plaque est indifférente, puisque les distances s'obtiennent entre les divers points cotés de la projection orthogonale.

» *Troisième procédé*. — Ce procédé, qui n'est qu'une variante du précédent, consiste à considérer, comme première approximation, la projection radiographique obtenue, quand l'anticathode est à 3^{m} de la plaque, comme une projection orthogonale. La seconde projection est obtenue en abaissant verticalement le tube à une distance d (40^{cm} ou 50^{cm}) de la plaque.

» Soit $O\alpha a'$ la ligne qui joint les projections du même point A; la cote $A\alpha$ de α sera $h \times \frac{a'O}{a'\alpha}$.

» Malgré qu'il soit préférable d'opérer sur le même cliché, on peut (sans déplacer le corps du sujet qu'il n'est pas nécessaire de faire reposer sur la plaque et qu'on peut maintenir un peu au-dessus) séparer la projection orthogonale de la projection rapprochée, puis se servir de calques qui, après superposition homothétique, détermineront, comme précédemment, les cotes intéressantes. Tirant une épreuve de la projection éloignée, on fournira donc une projection orthogonale cotée du bassin (*carte du bassin*) permettant la mesure de ses dimensions.

» M. Varnier (*Comptes rendus*, 21 janvier 1901) a pensé, par un seul radiotype pris à grande distance, déterminer sur l'image les diamètres utiles à l'accoucheur. Laissant même de côté les mesures du petit bassin dont parle M. Varnier, ce procédé n'est suffisamment exact que si le plan du détroit supérieur est parallèle à la plaque. Or il

n'existe pas de moyen sûr et pratique pour assurer ce parallélisme. Bien plus, dans les bassins viciés, le détroit supérieur n'est plus un plan.

» Les doubles contours intérieurs radiographiques du détroit supérieur (projection à 3^m et projection à $0^m,50$) peuvent être considérés comme les projections des mêmes points du détroit supérieur.

» La radiographie prise à grande distance est utile pour donner une image du bassin, mais c'est seulement si l'on a coté l'élévation de ses divers points que l'on peut aborder la mesure assez approximative de ses dimensions.

» On peut encore (les erreurs deviennent alors insignifiantes) corriger rapidement après coup, par des calculs très simples, l'erreur qui résulte de ce que la projection, prise à 3^m, est considérée comme orthogonale. »

M. **Foveau de Courmelles** adresse une réclamation de priorité, au sujet du premier appareil *photothérapeutique* qui ait été construit, et des constatations thérapeutiques qui se rapportent à ce mode de traitement.

(Commissaires : MM. Lippmann, d'Arsonval.)

M. **Ch. Degagny** adresse une Note intitulée : « Recherches sur la fécondation chez les Végétaux ».

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 1er AVRIL 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Nouvelle organisation des études d'Astronomie et de Physique du globe à l'Observatoire national d'Athènes. Présentation du troisième Volume des* Annales *de cet établissement.* Note de M. Lœwy.

« Depuis que M. Eginitis a pris la direction de l'Observatoire d'Athènes en 1890, un développement considérable a été donné à l'activité scientifique de cet établissement déjà illustré par les publications de M. J. Schmidt, le célèbre prédécesseur du directeur actuel.

» L'Observatoire de Paris peut revendiquer l'honneur d'avoir produit en M. Eginitis un de ses élèves les plus brillants. Grâce à des connaissances variées acquises dans nos hautes écoles et à l'Observatoire de Paris, cet astronome a su faire valoir ses belles facultés aussi bien dans le domaine de l'Astronomie théorique que dans celui de l'Astronomie pratique. M. Eginitis a élargi le programme des travaux de son établissement en en faisant un centre véritable aussi bien pour l'observation des phénomènes célestes que pour l'étude physique du globe.

» Les incessantes et prodigieuses conquêtes de l'époque moderne dans tous les domaines de l'activité intellectuelle ayant profondément modifié les conditions du travail scientifique, M. Eginitis a reconnu l'absolue nécessité de doter son observatoire de nouveaux moyens d'investigation. Il a sollicité et obtenu de son gouvernement des ressources importantes pour l'acquisition de plusieurs instruments puissants dont la construction a été confiée à l'éminent artiste français M. Gautier.

» Profitant du délai imposé pour l'exécution de ces appareils, M. Eginitis a d'abord consacré ses efforts au relèvement du niveau des études météorologiques en Grèce, en leur imprimant une vraie direction scientifique.

Avant lui il n'existait dans ce pays que quatre stations météorologiques départementales de deuxième ordre : celles de Patras, Corfou, Volos et Tripolis, et quelques autres stations de moindre importance confiées en grande partie à des personnes incompétentes.

» Dans cet ordre d'idées, la première tâche qui s'est imposée à M. Eginitis fut de recruter et de former un personnel capable et sûr pour effectuer les observations dans des conditions satisfaisantes d'exactitude. Dans ce but, il rédigea en 1892 un *Traité de Météorologie pratique*, de 200 pages environ, renfermant des instructions détaillées sur l'usage des divers appareils, le mode de réduction des données recueillies et les conditions de précision à réaliser. Grâce à son énergie persistante, de nouvelles stations furent fondées; un règlement définitif, sanctionné par les Pouvoirs publics, fut publié en 1895, règlement qui a contribué beaucoup au développement de ces études en leur procurant des bases sûres et des méthodes homogènes; les professeurs des lycées et les maîtres d'école furent chargés, d'une manière obligatoire, de l'exécution des observations météorologiques dans les départements. Les appareils affectés au service des stations de ce pays sont sortis presque en totalité des ateliers français. La Grèce dispose aujourd'hui d'une station de premier ordre à Athènes et de 21 stations de deuxième ordre dans les divers départements; l'une d'elles a été fondée à Delphes par l'École française d'Athènes, au moyen d'instruments offerts par le Bureau central météorologique de France.

» De même, M. Eginitis a organisé l'étude systématique des phénomènes géodynamiques de son pays. Le sol de la Grèce éprouve presque constamment des mouvements séismiques dont quelques-uns deviennent souvent désastreux. Dès 1892, M. Eginitis est parvenu à créer un service régulier ayant pour objet spécial l'observation suivie de ces phénomènes géologiques. Sur son initiative, un décret royal a chargé les bureaux télégraphiques et les écoles publiques de l'enregistrement des observations séismiques. Un réseau de 550 stations, uniformément disséminées sur tout le territoire grec, fournit annuellement une précieuse récolte de renseignements. M. Eginitis soumet à une analyse approfondie l'ensemble des observations ainsi recueillies; il met en évidence les faits généraux et arrive à des conclusions offrant un grand intérêt scientifique. Dans le troisième Volume des *Annales de l'Observatoire d'Athènes*, dont il me prie de faire hommage à l'Académie, M. Eginitis a pu ainsi faire voir, contrairement à certaines théories, qu'il ne se manifeste aucune liaison sensible entre les positions de la Lune et les 567 séismes qui ont ébranlé la Grèce en 1899.

» Dans le domaine de l'Astronomie, M. Eginitis a inauguré en 1896 un important service d'observations météoriques qui depuis a fonctionné avec beaucoup de succès. Le ciel si favorable de la presqu'île hellénique est surveillé attentivement tous les soirs. Non seulement M. Eginitis a consigné, dans le troisième Volume de ses *Annales*, les observations accomplies dans cet ordre d'idées, mais il a aussi mis en lumière les nombreux résultats qui s'en dégagent. De nouveaux radiants ont été découverts; en outre, M. Eginitis, à l'aide de ses recherches personnelles et en fouillant les chroniques du passé, a réussi à montrer la connexion de certaines chutes d'étoiles avec d'anciennes apparitions cométaires.

» On doit féliciter M. Eginitis d'avoir su déployer une activité scientifique si féconde qui promet de rendre à l'Astronomie grecque tout l'éclat dont elle a brillé dans l'antiquité.

» L'Observatoire d'Athènes est désormais en pleine possession de tous les moyens de travail nécessaires pour réaliser, d'une manière complète, dans les trois branches scientifiques indiquées, le vaste plan d'études proposé à son activité; il a, en effet, reçu dernièrement les instruments astronomiques qu'il avait commandés. Nous sommes persuadé que, sous le beau climat de ce pays et entre les mains de M. Eginitis, ils procureront à bref délai un contingent de résultats utiles et nouveaux. »

MÉDECINE. — *De l'action du sérum humain sur le Trypanosome du Nagana* (Tr. Brucei). Note de M. **A. Laveran**.

« Au cours de recherches sur le traitement du Nagana, ou maladie de la mouche tsétsé, j'ai été conduit à injecter du sérum humain à des animaux naganés, et j'ai constaté que ces injections faisaient disparaître les Trypanosomes.

» Le sérum des êtres ayant l'immunité naturelle pour une maladie (c'est le cas de l'homme pour le Nagana) est d'ordinaire sans efficacité pour le traitement de cette maladie; en injectant du sérum humain à un animal nagané, on devait donc s'attendre à un résultat négatif; contrairement aux prévisions, le sérum humain s'est montré actif.

» Depuis un mois, j'ai répété cette expérience bon nombre de fois sur des rats ou sur des souris infectés de Nagana (1); le résultat a toujours été

(1) Je remercie M. F. Mesnil, qui m'a secondé dans ces expériences, et M. le

le même : sous l'action du sérum humain, les Trypanosomes, qui existaient souvent en grand nombre, ont disparu du sang.

» Chez les rats et chez les souris non traités, l'évolution du Nagana est rapide et très régulière; le nombre des Trypanosomes s'accroît jusqu'au moment de la mort, qui survient du troisième au cinquième jour après l'inoculation des Trypanosomes; l'action du sérum humain est, par suite, très facile à constater chez ces animaux.

» Si chez un rat de 200^g environ, infecté de Nagana et ayant de nombreux Trypanosomes dans le sang, on injecte, sous la peau, de 1^{cm^3} à 2^{cm^3} de sérum humain, les Trypanosomes disparaissent du sang en 24 heures, 36 heures au plus.

» Une dose de $0^{cm^3},5$ suffit parfois à faire disparaître les Trypanosomes, mais les résultats sont moins rapides et moins sûrs qu'avec la dose de 1^{cm^3} et surtout avec celle de 2^{cm^3}.

» Si à une souris de 15^g à 20^g, infectée de Nagana et ayant de nombreux Trypanosomes dans le sang, on injecte sous la peau $0^{cm^3},5$ à 1^{cm^3} de sérum humain, on constate que les Trypanosomes diminuent progressivement de nombre; ils ont disparu, presque toujours, au bout de 24 à 36 heures.

» On ne peut pas fixer exactement la dose minima de sérum nécessaire pour produire la disparition des Trypanosomes; il existe, en effet, entre les sérums, des différences d'activité très notables, suivant la provenance. On peut dire cependant que, pour un rat de 200^g, la dose active de sérum ne s'abaisse guère au-dessous de $0^{cm^3},5$; il s'agit donc toujours de doses fortes ou massives.

» Il est à noter que le sérum humain est très peu toxique pour les rats et les souris; j'ai pu injecter à une souris de 15^g, en une seule fois, $1^{cm^3},5$ de sérum humain, sans produire aucun accident.

» Le sérum humain, chauffé à 52° pendant 1 heure, perd une partie de son activité; on réussit encore, en injectant du sérum chauffé, à faire disparaître les Trypanosomes chez les animaux infectés de Nagana, mais il faut employer des doses plus fortes (doses doubles environ) que lorsqu'on injecte du sérum non chauffé.

» Le sérum humain, chauffé à 62° pendant 1 heure, devient encore moins actif que celui qui a été chauffé à 52° seulement.

Dr Lesage, médecin des Hôpitaux, ainsi que Mlle Roze, sage-femme en chef à la Clinique Baudelocque, qui, avec une grande obligeance, m'ont procuré du sérum humain.

» La sérosité provenant d'une thoracentèse pratiquée pour une pleurésie aiguë s'est montrée un peu moins active que le sérum du sang; employée à plus forte dose, elle a fait disparaître les Trypanosomes comme ce dernier.

» Dans une expérience, le plasma du sang humain s'est montré inactif; il paraît donc certain que la substance microbicide pour les Trypanosomes est contenue dans les leucocytes.

» Aucun autre sérum que le sérum humain n'exerce pareille action sur les Trypanosomes du Nagana; les sérums de cheval, de chèvre, de porc, de mouton, d'oiseau (oie, poule), employés aux mêmes doses que le sérum humain, se sont montrés tout à fait inactifs.

» Le singe étant, dans l'échelle des êtres, l'animal le plus voisin de l'homme, il était intéressant de comparer l'action du sérum de singe sur les Trypanosomes du Nagana à celle du sérum humain; le sérum de singe s'est montré tout à fait inactif (1).

» Pour savoir comment le sérum humain détermine la disparition des Trypanosomes du Nagana, j'ai fait de nombreux examens du sang chez les animaux en traitement; le sang était examiné à l'état frais et sur des préparations colorées.

» Dans les premières heures qui suivent l'injection de sérum humain, on ne constate rien d'anormal. Au bout de 4 à 5 heures il est facile de voir, sur les préparations de sang frais, qu'un certain nombre de Trypanosomes sont déformés; les Trypanosomes prennent la forme de têtards ou se mettent en boules; en même temps, leurs mouvements se ralentissent. A partir de la quatrième ou de la cinquième heure, le nombre des parasites diminue dans le sang.

» Sur les préparations colorées on trouve, à côté de parasites d'aspect normal, des Trypanosomes qui ont pris la forme en boule ou qui, arrivés à une phase plus avancée de destruction, sont réduits aux contours et au flagelle, avec des traces du noyau, ou même au seul flagelle.

» Ces formes d'involution ne se rencontrent pas seulement chez les animaux traités par le sérum humain; on les observe dans un grand nombre d'autres conditions (2) et, en particulier, chez les animaux naganés traités par l'arsénite de soude, qui, lui aussi, fait disparaître les Trypanosomes du sang.

---

(1) Le singe qui a fourni le sérum était un Cercopithèque.

(2) A. Laveran et F. Mesnil, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1902, p. 24.

» Chez les animaux traités par le sérum humain, il n'y a pas de leucocytose marquée, et les leucocytes paraissent n'englober que les débris des Trypanosomes.

» Il serait intéressant de savoir si le sérum sanguin détruit *in vitro*, comme *in vivo*, les Trypanosomes du Nagana; le peu de vitalité de *Tr. Brucei* en dehors de l'organisme rend malheureusement cette recherche difficile. Si l'on fait deux préparations en goutte pendante avec du sang riche en Trypanosomes, mélangé, d'un côté, à du sérum humain et, de l'autre côté, à du sérum de cobaye, par exemple, on voit que les mouvements des Trypanosomes sont très ralentis, au bout d'une heure ou de deux heures, dans les deux préparations; des examens ultérieurs montrent que, dans les deux préparations, les Trypanosomes s'immobilisent, puis se déforment rapidement. L'action microbicide du sérum n'est pas assez prompte pour qu'on puisse la constater par l'observation *in vitro;* on s'explique ainsi que cette action soit méconnue quand on se borne à ce procédé d'observation [1].

» Le sérum humain n'agglutine pas les Trypanosomes du Nagana qui sont agglutinés, au contraire, dans des proportions variables, par les sérums de singe, de cheval, de mouton, de chèvre et de porc.

» Les rats et les souris infectés de Nagana ne sont pas guéris lorsqu'ils ont reçu une dose de sérum humain qui a fait disparaître les Trypanosomes du sang; au bout de quelques jours, les Trypanosomes reparaissent.

» A la suite d'une injection de 2^{cm^3} de sérum humain chez un rat infecté de Nagana, les Trypanosomes disparaissent pendant 4 à 5 jours, après quoi ils reparaissent et pullulent rapidement, si l'on n'intervient pas de nouveau.

» Après une injection de $0^{cm^3},5$ à 1^{cm^3} de sérum humain chez une souris de 15^g à 20^g, infectée de Nagana, les Trypanosomes disparaissent pendant 4 à 8 jours.

» On peut réussir à plusieurs reprises à faire disparaître les Trypanosomes chez un animal infecté de Nagana en pratiquant de nouvelles injections de sérum humain, mais il arrive un moment où les injections de sérum ne font plus disparaître les Trypanosomes; on peut alors recourir à un traitement mixte par l'arsénite de soude et le sérum humain; on prolonge ainsi, de beaucoup, la vie des animaux. On comprend d'ailleurs que, en raison des quantités de sérum humain qui seraient nécessaires, ce traitement ne soit pas applicable à de grands animaux.

---

(1) Laveran et Mesnil, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1902, p. 24.

» Les Trypanosomes qui se trouvent dans le sang sont détruits par le sérum humain, comme par l'arsénite de soude, mais il y a évidemment des *coins* de l'organisme dans lesquels des Trypanosomes peuvent échapper à l'action des substances microbicides, et dès que ces substances ont été fixées ou éliminées, les parasites reparaissent avec une persistance désespérante.

» On a vu plus haut que, chez les animaux naganés traités par le sérum humain, la phagocytose ne s'exerce que sur les parasites en voie de destruction; il en est de même à la suite des injections arsenicales, et c'est probablement parce que ni l'arsenic ni le sérum humain n'excitent, à un degré suffisant, la phagocytose que les résultats thérapeutiques ne sont pas plus satisfaisants.

» Il est vraisemblable que l'activité du sérum humain sur le *Trypanosoma Brucei* est en rapport avec l'immunité de l'homme pour le Nagana, mais cette explication de l'immunité naturelle est évidemment incomplète; l'étude précise du processus de défense de l'organisme humain contre le Trypanosome du Nagana reste à faire.

» Le sérum humain se montre préventif du Nagana, mais à un faible degré. Si, à une souris, on inocule en même temps du sérum humain et du sang contenant des Trypanosomes (après mélange des liquides ou séparément, sur deux points différents du corps), l'animal ne s'infecte pas, mais il n'acquiert pas l'immunité. Si l'injection de sérum humain est faite 24 heures avant l'inoculation du sang virulent, les Trypanosomes se développent avec un retard très marqué; enfin si l'intervalle entre l'injection de sérum et l'inoculation du Nagana est de 48 heures ou plus considérable, on voit les Trypanosomes apparaître dans le sang après le temps normal d'incubation.

» Peut-être pourra-t-on utiliser l'action du sérum humain sur le Trypanosome du Nagana pour immuniser des animaux contre cette redoutable maladie. Je me propose de continuer mes recherches dans cette voie.

» Dans cette Note, j'ai voulu seulement signaler à l'attention des observateurs l'activité du sérum humain sur le Trypanosome du Nagana; il est peu probable que ce fait soit isolé dans l'histoire des protozoaires parasites du sang; on peut espérer que d'autres faits, de même ordre, seront découverts et pourront être utilisés pour le traitement ou la prévention des maladies que produisent ces parasites. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. H. Charlton Bastian soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur la transformation, en trois ou quatre jours, du contenu entier de l'œuf de *Hydatina senta* en un gros infusoire cilié, du genre *Otostoma* ».

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Delage.)

CORRESPONDANCE.

MM. Winogradsky, Yermoloff, nommés Correspondants pour la Section d'Économie rurale, adressent leurs remercîments à l'Académie.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces à courbure constante négative.* Note de M. Erik Holmgren, présentée par M. Painlevé.

« 1. Je me propose de démontrer qu'il existe des surfaces non analytiques à courbure constante négative admettant en chaque point régulier des dérivées de tous les ordres [1].

» Cette question peut facilement se réduire, d'après des théories connues, à montrer que l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial u\, \partial v} = \sin \omega \tag{1}$$

admet des intégrales continues ainsi que les dérivées de tous les ordres, mais qui ne sont pas analytiques. Nous allons former une telle intégrale.

» A cette fin, citons d'abord le lemme suivant dont nous avons besoin [2] :

» La fonction $\psi(t) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\sin(a^\nu t)}{\nu!}$ est continue ainsi que toutes les dérivées pour chaque valeur de t. L'inégalité $|\psi^n(t)| < e^{a^n}$ a lieu pour toutes

---

(1) Dans sa conférence faite au Congrès des Mathematiciens, 1900, M. Hilbert affirme l'existence de telles surfaces (§ 19).

(2) Cf. Pringsheim, *Math. Ann.*, Band XLII.

les valeurs de t, et aux points $t = \frac{2\varkappa\pi}{a^p}$, où a est un entier > 2 et $\varkappa$ prend les valeurs ± 1, ± 2, ± 3, ..., p les valeurs 1, 2, 3, ..., nous avons

$$|\psi^{2n+1}(t)| \sim e^{a^{2n+1}}.$$

» Nous définissons l'intégrale en question $\omega(u, v)$ par les conditions qu'elle doit se réduire pour $u = 0$ à $\psi(v)$ et pour $v = 0$ à zéro. La méthode de M. Picard fait voir qu'elle existe et qu'elle est continue ainsi que toutes les dérivées en tous les points du plan (1).

» Pour montrer qu'elle n'est pas analytique, il suffit évidemment d'établir que, pour les valeurs de v de la forme $\frac{2\varkappa\pi}{a^p}\begin{pmatrix}\varkappa = \pm 1, \pm 2, \dots \\ p = 1, 2, 3, \dots\end{pmatrix}$, $\omega(u_0, v)$ ne peut pas être développée en une série procédant suivant les puissances entières de

$$v - \frac{2\varkappa\pi}{a^p},$$

quelle que soit la valeur fixe u_0.

» L'impossibilité de ce développement se démontre en faisant usage de la formule

$$\omega(u, v) = \psi(v) + \int_0^u \int_0^v \sin\omega(u, v)\, du\, dv$$

et de celles que l'on obtient en différentiant par rapport à v.

» Considérons les valeurs de ω, $\frac{\partial\omega}{\partial v}$, $\frac{\partial^2\omega}{\partial v^2}$, $\cdots$ pour $v = \frac{2\varkappa\pi}{a^p}$. Lesdites formules nous donnent, en nous servant du lemme, les inégalités suivantes valables pour toutes les valeurs de u appartenant à l'intervalle $(0, \dots, u_0)$ (si k est une constante convenablement choisie)

$$\left|\frac{\partial^n\omega}{\partial v^n}\right| < e^{a^n} + (n-1)!\,|u_0|\,\mu_{n-1} = \mu_n < k e^{a^n} \qquad (n = 1, 2, 3, \dots; \mu_0 = 1).$$

Nous trouvons de suite

$$\frac{\partial^{2n+1}\omega\left(u_0, \frac{2\varkappa\pi}{a^p}\right)}{\partial v^{2n+1}} = \psi^{2n+1}\left(\frac{2\varkappa\pi}{a^p}\right) + H_n$$

(1) Cf. par exemple Bianchi, *Vorlesungen über Differentialgeometrie*, p. 447.

ou $|H_n| < (2n)!\,|u_0|\,ke^{a^{2n}}$, d'où en appliquant le lemme

$$\left|\frac{\partial^{2n+1}\omega\left(u_0, \frac{2\varkappa\pi}{a^p}\right)}{\partial v^{2n+1}}\right| \sim e^{a^{2n+1}}.$$

» Nous voyons immédiatement que le développement en question de $\omega(u_0, v)$ n'est pas possible parce que la série de Taylor à considérer a son rayon de convergence nul.

» 2. M. Hilbert a démontré le théorème suivant, intéressant parce qu'il prouve que le plan *entier* de Lobatschewsky ne peut pas se réaliser à la manière de Beltrami [1].

» Il n'existe pas une surface analytique à courbure constante négative qui soit régulière en tous ses points.

» J'indiquerai ici une démonstration simple de ce théorème [2].

» Il est facile de voir que, si une telle surface existait, l'angle ω entre les lignes asymptotiques devrait être une intégrale de l'équation (1) régulière pour toutes les valeurs de u et v (u et v étant les coordonnées asymptotiques définies comme dans le Travail de M. Hilbert), qui reste comprise entre o et π et ne peut, en aucun point, atteindre une de ces limites (car, en de tels points, les deux directions asymptotiques se confondraient) [3].

» Une telle intégrale de (1) n'existe pas.

» En effet, si elle existait, elle devrait vérifier la formule

$$(2) \qquad \omega(u, v) = \omega(0, v) + \omega(u, 0) - \omega(0, 0) + \int_0^u \int_0^v \sin\omega\, du\, dv,$$

où l'on peut supposer que $\omega(u, 0)$ est une fonction croissante de u dans l'intervalle $0 \leq u \leq a$, a étant choisi convenablement petit (en changeant l'origine et la direction des axes, on peut toujours satisfaire à cette condition).

» Ceci posé, soit b une quantité entre o et a. Nous supposons que le point u, v reste dans le domaine compris entre $u = 0$ et $u = b$ dans la moitié supérieure du plan. On voit immédiatement qu'il doit y avoir des points pour lesquels $\omega = \pi - \frac{\varepsilon}{2}$, où $\varepsilon = \omega(a, 0) - \omega(b, 0)$. Car si nous y

---

(1) *Transactions of the American mathematical Society*, t. II, 1901, p. 87-97.

(2) Il n'est pas nécessaire de supposer que la surface soit analytique, seulement qu'elle admet des dérivées de certains ordres.

(3) Cf. Hilbert, *loc. cit.*, p. 87-90.

avions toujours $\omega < \pi - \frac{\varepsilon}{2}$, l'intégrale $\int_0^u \int_0^v \sin\omega\, du\, dv$ pourrait prendre des valeurs aussi grandes que l'on veut, parce que si, par exemple, $u > \frac{b}{2}$, nous avons toujours $|\sin\omega| > k$, où k est une constante différente de zéro et, par suite, ω pourrait, d'après (2), dépasser π. Soit donc u_1, v_1 un point dans le domaine considéré où $\omega(u_1, v_1) = \pi - \frac{\varepsilon}{2}$. Considérons maintenant la valeur de ω au point a, v_1. D'après (2), nous trouvons

$$\omega(a, v_1) - \omega(u_1, v_1) = \omega(a, 0) - \omega(u_1, 0) + \int_{u_1}^{a} \int_0^{v_1} \sin\omega\, du\, dv.$$

Mais

$$\omega(a, 0) - \omega(u_1, 0) > \omega(a, 0) - \omega(b, 0) = \varepsilon,$$

et, par suite,

$$\omega(a, v_1) > \omega(u_1, v_1) + \varepsilon,$$

c'est-à-dire

$$\omega(a, v_1) > \pi + \frac{\varepsilon}{2}.$$

» Nous sommes ainsi amenés à une contradiction. L'intégrale ne peut pas rester comprise entre o et π. Ainsi l'on voit que l'hypothèse de la surface à courbure constante négative, régulière dans tous ses points, est inadmissible. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la chaleur de solidification de l'ammoniac liquide.* Note de MM. DE FORCRAND et MASSOL.

« Les expériences et les calculs que nous venons de publier séparément [1] au sujet de la chaleur de solidification de l'ammoniac (gazeux ou liquide) nous ont conduit à faire les remarques suivantes :

» I. La chaleur de dissolution à $+10°$ de l'ammoniac liquide pris à $-77°$ (soit $+1^{Cal},77$), qui a été déterminée par l'un de nous, pouvait être prévue et calculée à l'avance au moyen des données déjà connues et par *deux méthodes* :

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 17 mars 1902.

» 1° La chaleur spécifique de AzH^3 liq. étant 0,886 (entre 0° et +46°) d'après MM. C. Ludeking et J.-E. Starr (¹), soit $15^{Cal},062$ pour 17^g, il en résulte qu'une molécule de AzH^3 liq. absorbe $(77 - 32,5) \times 15,062$ soit $0^{Cal},670$, en passant de —77° (²) à —32°,5.

» D'autre part, la chaleur de volatilisation de AzH^3 liq. à —32°,5 est $-5^{Cal},73$ (³).

» Enfin la chaleur spécifique de AzH^3 gaz à pression constante serait sensiblement 8,50 à 0° d'après les travaux de Regnault et de Wiedemann. Il en résulte que 17^g de AzH^3, en passant de —32°,5 à +10°, absorbent $0^{Cal},361$.

» La somme de ces trois quantités est $6^{Cal},76$.

» Or M. Berthelot (⁴) a trouvé $+ 8^{Cal},82$ pour la chaleur de dissolution de AzH^3 gaz à +10°. Favre et Silbermann avaient obtenu $+ 8^{Cal},74$; la moyenne serait $+ 8^{Cal},78$.

» La différence entre $+ 8^{Cal},78$ et $+ 6^{Cal},76$, soit $+ 2^{Cal},02$, représente la chaleur de dissolution de AzH^3 liquide pris à —77°, dans l'eau à +10°. L'un de nous vient de trouver directement $+ 1^{Cal},77$, ce qui concorde sensiblement, l'expérience étant délicate et, d'autre part, le nombre $2^{Cal},02$ étant calculé au moyen de trois données distinctes.

» 2° D'après la chaleur spécifique liquide $0^{Cal},886$, la molécule de AzH^3 liquide, en passant de —77° à +10°, sans changement d'état, absorberait $1^{Cal},310$.

» La chaleur de volatilisation de AzH^3 liquide à +10° serait $5^{Cal},615$.

» La somme de ces deux nombres est $6^{Cal},925$, et, en la retranchant de $8^{Cal},78$, on a $+ 1^{Cal},855$, au lieu de $+ 1^{Cal},77$ trouvé directement.

» La moyenne de ces trois résultats

$$1^{Cal},77, \quad 2^{Cal},02 \quad \text{et} \quad 1^{Cal},855$$

obtenus par des procédés différents, donnerait $+ 1^{Cal},882$ pour la chaleur de dissolution de AzH^3 liquide, pris à —77°, dans l'eau à +10°.

» Et si l'on y ajoute la valeur trouvée par l'un de nous (en signe contraire) pour la chaleur de dissolution de AzH^3 solide à —77° dans l'eau à +10°, soit $+ 0^{Cal},068$, on obtient définitivement $+ 1^{Cal},95$ pour la chaleur de solidification de 17^g de AzH^3 liquide à —77°.

» II. On remarquera sans doute que cette chaleur de solidification +1,95 n'est pas très éloignée de celle de l'eau, de même que la chaleur spécifique à l'état liquide 0,886 est voisine de l'unité.

(¹) *Sill. Journ.* t. XLV, p. 200, et *Berichte*, 1893, t. IV, p. 359.

(²) Nous avons vérifié ce point de fusion —77° de AzH^3 avec nos thermomètres à toluène.

(³) Ainsi que l'un de nous le montrera prochainement, d'après les données de Regnault.

(⁴) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4ᵉ série, t. V, p. 526.

» Déjà, à plusieurs reprises, on a signalé les analogies qui existent entre l'eau et l'ammoniac.

» Les poids moléculaires et, par suite, les densités gazeuses sont presque les mêmes. L'aptitude à former des combinaisons d'addition avec un très grand nombre de composés saturés est aussi générale; la stabilité de ces combinaisons d'addition est tout à fait comparable et leurs formules sont fréquemment les mêmes. Le pouvoir dissolvant de l'ammoniaque liquide a été comparé à celui de l'eau. Tous les deux donnent, par perte d'hydrogène, des résidus monovalents OH et AzH^2 qui sont particulièrement aptes à se fixer sur d'autres radicaux monovalents et à leur imprimer un caractère spécial (fonctions alcool, acide; fonctions amine, amide), et ces résidus peuvent encore se souder entre eux : OH — OH, $AzH^2 - AzH^2$, OH — AzH^2. Tout cet ensemble d'analogies est assez frappant.

» La différence la plus nette qui sépare l'eau de l'ammoniac est dans la valeur absolue de la chaleur de volatilisation moléculaire L au point d'ébullition (9,65 pour H^2O et 5,73 pour AzH^3). L'écart est de $3^{Cal},92$, mais il tient à la différence qui existe entre les deux points d'ébullition (132°,5). Et, conformément à la théorie publiée par l'un de nous, on doit avoir

$$\frac{3920}{132,5} = 30 \quad \text{ou} \quad \frac{132,5}{33,3} = 3,92,$$

ce qui se vérifie très exactement. »

ÉLECTRICITÉ. — *Dispositif d'électroscope atmosphérique enregistreur.* Note de M. G. **Le Cadet**, présentée par M. Mascart.

« A l'occasion de mesures électriques que j'ai l'intention, d'accord avec M. Janssen, d'exécuter cet été au sommet du mont Blanc, j'ai cherché : 1° à réaliser un collecteur d'électricité qui soit soustrait aux difficultés qu'offre, dans cette station élevée et pour une observation de longue durée, l'emploi soit d'un écoulement d'eau, soit d'une flamme, soit d'une mèche; 2° à obtenir l'enregistrement continu des indications de l'électroscope transportable d'Exner qui m'a servi, dans mes ascensions en ballon libre, pour déterminer la variation du champ électrique avec la hauteur.

» *Collecteur d'électricité.* — D'après le rapprochement fait par MM. Elster et Geitel (1) entre les actions, sur l'air et les gaz en général, de la flamme,

(1) Elster et Geitel, *Ueber die Existenz electrischer Jonen in der Atmosphäre* (*Terrestrial magnetism and atmospheric electricity*, vol. IV, 1899, p. 213).

du phosphore et des rayons de Röntgen ou de Becquerel, j'ai songé à employer une substance radioactive à l'extrémité d'un conducteur isolé en communication avec l'électroscope. Le dispositif auquel je me suis arrêté après maints essais, avec les conseils de M. P. Curie, et au moyen duquel les courbes présentées ont été obtenues, consiste en chlorure de baryum et de radium étendu et non agglutiné dans une enveloppe en clinquant d'aluminium hermétiquement close suivant un rectangle de $5^{cm} \times 1^{cm},5$ et portée à l'extrémité d'une tige de laiton de 2^{m} de longueur isolée sur un disque de soufre tourné et poli.

» Ainsi enfermé dans une enveloppe aussi transparente que possible aux rayons de Becquerel, la substance radifère a fonctionné par le vent et la pluie sans rien perdre de son action comme collecteur. Les courbes de variations obtenues par ce procédé avec l'électroscope enregistreur sont constamment (du moins dans les limites des indications de cet instrument, soit : 50 à 250 volts) comparables dans leurs détails à celles qui ont été fournies simultanément à l'Observatoire de Lyon par l'électromètre Mascart relié à un collecteur à écoulement d'eau dont l'extrémité était au même niveau à $1^{m},50$ de distance horizontale. Lorsque le potentiel devient négatif, pendant la pluie par exemple, l'électroscope idiostatique fournit une courbe encore comparable à celle de l'électromètre, mais de même sens qu'une variation positive, après avoir toutefois marqué la déviation minimum correspondant au zéro.

» *Dispositif d'enregistrement.* — Le dispositif enregistreur que j'ai adopté consiste à recevoir sur un tambour photographique horizontal, à travers une fente très fine, l'image, sombre et agrandie par un objectif, des feuilles d'aluminium de l'électroscope éclairé par derrière au moyen d'un faisceau à peu près parallèle de lumière faible. La difficulté d'enregistrement résidait dans l'extrême minceur des feuilles. L'artifice consiste à donner une légère inclinaison à la boîte de l'électroscope par rapport à l'axe optique de l'appareil, ou à obtenir un léger froissement de l'extrémité inférieure des feuilles qui se projettent ainsi, au niveau de la fente, avec évidemment moins de netteté, mais sous une épaisseur reconnue nécessaire à l'obtention d'une image pendant le temps minimum de pose que l'on doit pratiquement réaliser. A son intersection avec la fente, l'image projetée de l'électroscope fournit à chaque instant trois points représentant l'image fixe de la lame axiale et, de part et d'autre, l'image mobile de chacune des deux feuilles. L'écart linéaire des deux images mobiles donne la mesure de la déviation, qu'une graduation enregistrée permet d'exprimer en volts. Cette graduation s'opère en faisant plonger le collecteur dans un vase cylindrique conducteur isolé et porté, au moyen d'une pile, à des potentiels déterminés. On peut, dans un appareil fixe ou suspendu sans oscillations, reporter toute la netteté sur l'image d'une seule feuille et, dans les mêmes conditions, on pourrait enregistrer les déviations de la feuille unique d'un électroscope hétérostatique.

» Dans l'appareil que j'ai établi ([1]) et qui mesure $0^m,60$ de la source lumineuse à la fente, une petite lampe Pigeon fournit une image des petites variations, à travers une fente de $0^{mm},2$, sur un papier de sensibilité déterminée (papier d'agrandissement B de Lumière) se déplaçant de 15^{mm} par heure et posant par conséquent la surface de la fente pendant 48 secondes. Ce temps est, pour les potentiels moyens, celui de la mise en équilibre de l'électroscope muni de son collecteur.

» La boîte de l'électroscope est portée sur un pied à l'extrémité d'un cône-abri qui l'enveloppe en partie sans la toucher et qui est relié à l'enveloppe du tambour photographique. De cette façon, l'instrument fonctionne sans inconvénient dans une chambre claire; la boîte de l'électroscope peut être portée sur un pied isolant et reliée à un second collecteur pour la mesure des différences de potentiel entre deux points de l'atmosphère. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres de bandes de l'azote.* Note de M. H. **Deslandres**, présentée par M. Janssen.

« Si l'on considère l'ensemble des vibrations diverses, sonores, électriques, lumineuses, excitées dans les corps, les spectres de bandes représentent la plus forte agglomération connue de vibrations simples, simultanées et dues à une même cause, que nos moyens actuels permettent d'analyser. J'ai consacré déjà plusieurs Mémoires, de 1884 à 1888 ([2]), à l'étude générale des spectres de bandes principaux dont j'ai relevé la moitié ultraviolette jusqu'alors inexplorée, et j'ai été conduit à représenter en nombres de vibrations N toutes les radiations d'un groupe de bandes rapporté à un même corps, par des formules de la forme

$$N = f(n^2, p^2) \times m^2 + Bn^2 + \varphi(p^2);$$

m^2, n^2, p^2 étant les carrés des nombres entiers successifs, B une constante, et f et φ des fonctions spéciales à déterminer. En général, les variations de m donnent les raies d'une même bande, et celles de n et p, les raies origines ou têtes des diverses bandes.

» Le spectre de bandes a pu être ainsi rapproché du mouvement vibra-

---

([1]) Je remercie vivement mes amis A. et L. Lumière, qui ont mis les ressources de leurs laboratoires à ma disposition et m'ont aidé de leur grande expérience.

([2]) *Comptes rendus*, t. C, p. 854; t. CI, p. 1256; t. CIII, p. 376; t. CIV, p. 972; t. CVI, p. 842; t. CX, p. 742; t. CXIII, p. 307. — *Annales de Physique*, 1888.

toire le plus général d'un corps solide, étudié par la théorie, mais non par l'expérience, et de tous les problèmes généraux similaires de variations périodiques, qui dépendent aussi de trois paramètres variables, liés aux trois dimensions de l'espace.

» Cependant, j'ai étudié spécialement les spectres de l'azote, dans lesquels j'ai distingué quatre groupes distincts :

» Le 1er groupe, lumineux de N 14000 à N 20000; le 2e groupe, lumineux et ultraviolet de N 18000 à N 36000; le 3e groupe ultra-violet de N 33000 à N 50000, et enfin le groupe du pôle négatif.

» Sur ces spectres, on a vérifié les lois expérimentales suivantes, contenues dans la formule générale précédente : les bandes d'un même groupe (et aussi les raies d'une même bande) sont divisibles en plusieurs séries, les intervalles successifs, dans chaque série, formant une progression arithmétique, et les diverses séries étant égales.

» La division a été exposée en détail pour le deuxième groupe, avec tableaux et dessins à l'appui. Le Tableau présente sur des colonnes verticales différentes les séries différentes, et de telle manière que les intervalles égaux des séries sont sur une même ligne horizontale. J'ai annoncé simplement la même division pour les autres groupes, et, pour le premier groupe en particulier, j'ai indiqué au moins trois séries.

» Or, récemment, Cuthbertson (*Phil. Mag.*, 1902, p. 348) a publié une Note fort intéressante sur la distribution des 40 bandes de ce premier groupe, relevées par Hasselberg. Il résume sa distribution dans un Tableau tout semblable à celui du deuxième groupe, publié en 1886; mais, au lieu des trois ou cinq séries annoncées par moi, il en compte treize, certaines séries ayant seulement 2 bandes. La loi est d'ailleurs clairement vérifiée.

» La Note actuelle a pour but d'expliquer ces différences (sans diminuer la valeur du Travail précédent) et aussi d'exposer plusieurs propriétés nouvelles du premier groupe et des groupes voisins.

» *En premier lieu,* d'après Cuthbertson, la vérification est nette seulement pour 38 bandes, les bandes N 16319 et N 16474 faisant exception; mais, si l'on adopte 15 séries verticales au lieu de 13, ces 2 bandes rentrent dans la loi, de même que 2 bandes nouvelles faibles N 14729 et N 16319 relevées autrefois par Thalen.

» *De plus,* et c'est là un point curieux et nouveau, non seulement les intervalles horizontaux du Tableau à colonnes de Cuthbertson forment une série arithmétique de raison égale à 30,319, mais les intervalles verticaux, dans ce même Tableau, forment aussi une progression arithmétique de raison égale à 29,363, et que j'appellerai la *deuxième progression*. La combinaison de ces deux progressions fait que les bandes disposées sur les lignes diagonales ou inclinées du Tableau forment aussi des progressions

arithmétiques, de raisons variables, et c'est à l'une de ces progressions nombreuses que se rapportent les 3 ou 5 séries annoncées en 1886.

» Cette combinaison a d'autres conséquences : la fonction $\varphi(p^2)$ de la formule générale a la forme simple $D + Cp^2$ avec le premier groupe, dont les 42 têtes de bandes sont représentées par le polynome

$$N = 22785,1 - \frac{30,319}{8}(2n)^2 + \frac{29,363}{8}(2p+1)^2.$$

» Le Tableau ci-dessous offre, juxtaposés, les nombres de vibrations calculés par cette formule et les nombres observés; il permet de vérifier les relations annoncées et de juger leur degré d'approximation.

		N					N		
n.	*p.*	calculés.	observés.	Différences.	*n.*	*p.*	calculés.	observés.	Différences.
53	48	14737,3	14729	— 8,3	47	42	15816,7	15815	— 1,7
52	48	16329,0	16319	—10,0	46	42	17226,6	17228	+1,4
52	47	14919,6	14915	— 4,6	45	42	18606,7	18611	+4,3
51	47	16481	16474	— 7,0	46	41	15993,5	15991	— 2,3
51	46	15100,9	15096	— 4,9	45	41	17372,8	17375	+2,2
50	46	16632	16627	— 5	44	41	18722,0	18726	+4,0
49	46	18132,8	18129	— 3,8	45	40	16168,9	16165	— 3,9
48	46	19603,2	19607	+3,8	44	40	17518,1	17519	+0,9
50	45	15281,3	15278	— 3,3	43	40	18836,9	18842	+5,1
49	45	16782,1	16779	— 3,1	43	39	17662,4	17665	+2,6
48	45	18252,5	18251	— 1,5	42	39	18950,9	18955	+4,1
49	44	15460,8	15458	— 2,8	42	38	17805,8	17808	+2,2
48	44	16931.2	16391	— 0,2	41	38	19064	19067	+3
47	44	18371,9	18373	+1,1	41	37	17948,2	17951	+2,8
46	44	19781,1	19782	+0,9	40	37	19176,1	19178	+1,9
45	44	21760,6	21168	+7,4	40	36	18089,7	18093	+3,3
48	43	15639,2	15637	— 2,2	39	36	19287,3	19286	— 1,3
47	43	17079,4	17080	+0,6	39	35	18230,2	18232	+1,8
46	43	18489,2	18491	+1,8	38	35	19397,5	19395	— 2,5
45	43	19868,6	19872	+3,4	38	34	18369,8	18373	+3,2
44	43	21217,8	21225?	+7,2	37	34	19506,7	19502	— 4,7

» La distribution des bandes du premier groupe a donc une simplicité remarquable; il reste à déterminer la distribution des raies d'une même bande ou la fonction $f(n^2p^2) \times m^2$, qui est encore imparfaitement connue, l'étude de ces bandes avec une forte dispersion étant très difficile.

» La comparaison avec les deuxième et troisième groupes de l'azote

donne aussi des résultats curieux. La distribution des bandes y est régie par une progression qui a justement la même raison que la seconde progression du premier groupe. De plus, dans ces trois groupes qui se suivent, les intervalles successifs de cette progression spéciale se suivent également. Pour le constater, il suffit de juxtaposer le Tableau du deuxième groupe de 1886 au Tableau du premier groupe de Cuthbertson tourné de 90°.

» Les groupes de bandes du carbone et les autres spectres de bandes ont des propriétés analogues. Les raisons des progressions, qui varient d'un corps à l'autre, sont des constantes caractéristiques, utiles à relever. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La cause de la période annuelle des aurores boréales.* Note de M. Charles Nordmann, présentée par M. J. Janssen.

« On sait que, dans les latitudes moyennes, la fréquence des aurores boréales subit une double périodicité annuelle de telle sorte que les maxima ont lieu aux équinoxes et les minima aux solstices. Aucune explication satisfaisante de cette périodicité n'a, à ma connaissance, été donnée jusqu'à ce jour.

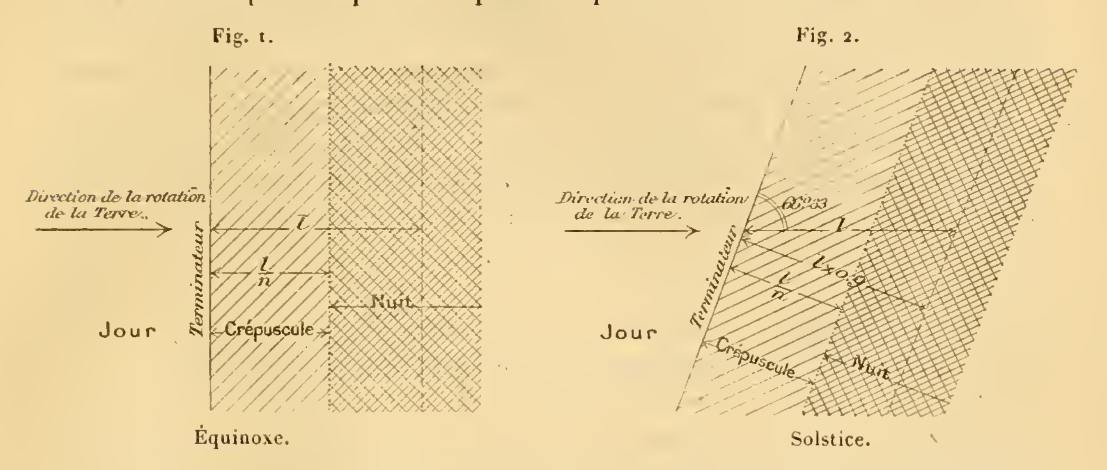
» Les raisonnements suivants me paraissent de nature à résoudre cette question. Ils sont indépendants de toute hypothèse sur la production et la nature des aurores boréales; ils supposent simplement que le Soleil est un des facteurs de cette production et que les aurores se produisent avec d'autant plus d'intensité que l'atmosphère a été soustraite depuis moins de temps à l'action des rayons solaires. Ce fait est d'ailleurs démontré par la variation diurne des aurores, le maximum apparent de fréquence correspondant aux premières heures de la soirée.

» Au moment des équinoxes, le grand cercle terrestre qui sépare le jour de la nuit est perpendiculaire à l'équateur, c'est-à-dire à la direction du mouvement de rotation de la Terre; au moment des solstices, ce cercle terminateur est incliné sur l'équateur de $90^\circ - 23^\circ 27' = 66^\circ 33'$. Donc, la portion de l'atmosphère insolée qui, par suite de la rotation de la Terre, passe dans un même temps donné t, du jour dans la nuit, c'est-à-dire d'un côté à l'autre du terminateur, occupe le long de celui-ci une surface dont la largeur est, au moment des équinoxes, l, et au moment des solstices

$$l \times \sin 66^\circ 33' = l \times 0,9$$

(l étant l'arc dont tourne la Terre dans le temps t).

» Toutes choses égales d'ailleurs, il doit donc se produire dix aurores boréales à l'équinoxe pendant qu'il s'en produit neuf au solstice.



» D'autre part, l'effet du crépuscule est, comme on le voit facilement, d'augmenter encore cette différence. En effet, pendant le crépuscule qui règne dans une portion de l'atmosphère occupant le long du terminateur une largeur que nous désignerons par $\frac{l}{n}$, les aurores ne sont pas visibles par suite de l'éclairement encore trop grand de l'atmosphère, et, d'autre part, l'action efficace du Soleil sur la production des aurores ne peut plus se manifester qu'avec une intensité négligeable. Donc, si l est la largeur, comptée à partir du terminateur, de la portion d'atmosphère dans laquelle le plus grand nombre des aurores se produit après le coucher du Soleil (le nombre des aurores produites dans les portions plongées davantage dans la nuit étant négligeable par rapport à celui-ci), on voit que, par suite de l'effet du crépuscule, le rapport des nombres des aurores aux solstices et aux équinoxes est alors environ

$$r = \frac{l \times 0,9 - \frac{l}{n}}{l - \frac{l}{n}}.$$

» Ce rapport est plus petit que $\frac{l \times 0,9}{l}$. Si, pour fixer les idées, on fait, par exemple, $n = 2$, on trouve $r = \frac{8}{10}$. Il y aura donc huit aurores aux solstices pendant qu'il s'en produit dix aux équinoxes. Or, tel est précisément l'ordre de grandeur des différences observées.

» Ce calcul n'est qu'approximatif. Pour le faire avec plus de rigueur, il

faut tenir compte de ce que : 1° le nombre des aurores produites à partir du coucher du Soleil croît moins vite que le temps compté à partir de la même origine (c'est-à-dire qu'il s'en produit un nombre plus grand pendant la première heure que pendant la suivante); 2° le temps τ écoulé entre le coucher du Soleil et la fin du crépuscule est plus petit à l'équinoxe qu'au solstice. On trouve alors pour r une valeur encore plus petite que celle écrite ci-dessus, c'est-à-dire que la différence des nombres des aurores aux deux époques est encore augmentée par cette circonstance. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la composition des filons de Kersanton.* Note de M. **Ch. Barrois**, présentée par M. Michel Lévy.

« Delesse a fait connaître le Kersanton de Bretagne; M. Zirkel l'a étudié; enfin, une description, où il n'y a rien à ajouter, en a été donnée par MM. Michel Lévy et Douvillé.

» Cette roche gît en filons : les filons *minces* sont homogènes, les filons *épais* sont remarquables par leur structure composite. On y distingue des blocs clastiques et des veines plus récentes, formant un lacis complexe dans la masse. Les caractères ne sont pas non plus les mêmes au centre ou aux salbandes, et ces diverses portions présentent entre elles des différences notables dans leur composition minéralogique et chimique, dont les analyses suivantes, dues à M. Pisani, montreront l'étendue :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
SiO^2	36,20	48,10	52,30	58,20	63,30	51,80
Al^2O^3	12,40	14,90	17,45	19,20	18,60	18,90
Fe^2O^3	8,64	1,25	1,80	1,10	2,33	1,81
FeO (FeS)	23,60	5,60	4,80	3,52	1,35	5,25
CaO	4,15	6,64	4,78	3,67	3,76	4,72
MgO	8,85	10,75	8,50	2,01	1,66	8,32
K^2O	0,29	1,97	3,23	4,55	1,76	6,75
Na^2O	1,03	2,40	2,12	3,60	3,45	0,75
CO^2	2,20	3,80	2,40	2,40	2,80	1,50
H^2O	2,90	4,55	3,70	1,40	2,20	1,60
	100,26	99,96	101,08	99,65	101,21	101,40

» Pour rendre ces analyses plus comparables, j'ai ramené à 100, défalcation faite

de la perte au feu et des éléments qui occupent les géodes $CaCO^3$ et FeS :

	I.	II et III. Moyenne.	IV.	V.	VI.
SiO^2	52,65	56,16	62,72	68,32	53,74
Al^2O^3	18,04	18,08	20,69	20,08	19,61
Fe^2O^3	3,62	1,70	1,18	2,51	1,88
FeO	8,94	5,84	3,79	1,46	5,45
CaO	1,96	1,97	0,67	0,22	2,91
MgO	12,87	10,82	2,17	1,79	8,63
K^2O	0,42	2,89	4,90	1,90	7,00
Na^2O	1,50	2,54	3,88	3,72	0,78
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

I. Porphyrite micacée, formant la salbande du filon de Kersanton du moulin mer, en Logonna.
II. Kersanton du hameau de Kerzanton, en Loperhet.
III. Kersanton de l'Hôpital-Camfront.
IV. Pegmatite kersantique de l'Hôpital-Camfront.
V. Aplite kersantique de l'Hôpital-Camfront.
VI. Minette kersantique de l'Hôpital-Camfront.

» L'ordre des numéros indique la succession des diverses consolidations, telle qu'on l'observe sur le terrain. La plus ancienne correspond aux salbandes et montre une roche rapidement refroidie, bulleuse, amygdaloïde, présentant les caractères des *porphyrites micacées* à pyroxène, mica noir et microlites d'andésine, comme éléments essentiels. Quand la roche est très fraîche, ce qui est rare, les amygdales ne présentent qu'un mince revêtement de calcite et sont remplies de pyrrhotite, parfois assez abondante pour former le quart de la roche (23,60 pour 100, d'après notre analyse).

» On ne peut attribuer cet enrichissement local en parties métalliques à un phénomène de diffusion dans un magma en fusion : la localisation des amygdales aux bords rapidement refroidis des filons, leur remplissage successif par la calcite et la pyrrhotite, s'accordent à établir la postériorité de ces concrétionnements à la consolidation du magma.

» Les roches suivantes se distinguent du Kersanton, auquel elles sont associées, par leur composition, la nature de leur feldspath acide et leur pauvreté en éléments ferro-magnésiens : leur consolidation est postérieure à celle du Kersanton. Ces ont les *pegmatites kersantiques,* de couleur claire,

à gros grains, à mica noir en lames allongées, apatite peu abondante, orthose, albite, quartz, micropegmatite, avec épidote, allanite, calcite, pyrite, chlorite. Et, d'autre part, les *aplites kersantiques*, pâles, à grains fins, d'aspect très différent des précédentes, dont elles présentent cependant les caractères essentiels, formées de mica noir, amphibole, orthose, microlites d'albite, quartz, avec calcite, épidote, pyrite cubique, chlorite.

» Elles occupent des fissures de contraction ouvertes successivement, dans le Kersanton, lors de sa consolidation, et qui ont été remplies lentement et graduellement : c'est ce qu'établissent à la fois leurs *relations avec le Kersanton encaissant*, leur *structure zonée* et leurs *intersections réciproques*.

» La structure zonée est bien accusée dans les premières consolidations généralement pegmatiques, par l'agencement des micas en lames allongées, implantées en bouquets, sur les parois; puis graduellement par des variétés à grains fins, aplitiques, où des zones quartzeuses alternent avec des bandes plus riches en feldspath et en mica, grenues, micropegmatiques ou sphérolitiques, inégalement chargées de pyrite. La pyrite cubique est aussi constante dans ces parties du filon, que la pyrrhotine dans les salbandes fraîches.

» Ce mode de remplissage, *graduel* et *successif*, des fentes occupées par les pegmatites et aplites kersantiques ne peut être attribué à une dernière poussée du magma, mais plutôt, encore, à des transports moléculaires, effectués par l'intermédiaire de vapeurs dégagées du réservoir profond.

» Les *minettes* correspondent aux dernières venues de la série, car leurs filons traversent tous les termes précédents, occupant des fentes bien réglées qui se continuent du Kersanton dans les couches encaissantes. Ce sont des roches à fer oxydulé, pyroxène, mica noir, microlites d'orthose aplatis suivant g^1 ou arborescents, donnant parfois naissance à des structures globuleuses, variolitiques : elles diffèrent profondément des roches acides précédentes par leur structure et leur composition.

» Cette étude montre que les filons de Kersanton se distinguent des filons ordinaires par leur structure composite : ils se sont consolidés lentement sous l'influence de phénomènes pneumatolitiques longuement poursuivis, qui ont donné naissance à des gîtes métallifères, à des roches concrétionnées de plus en plus acides, riches en éléments blancs du magma acide. Ce n'est qu'après la consolidation de cette première série que les minettes arrivèrent dans les fentes des Kersantons, aussi basiques et riches en éléments ferro-magnésiens que les porphyrites micacées des premières

salbandes, dont elles se distinguent principalement par leur richesse en K^2O. Il semble bien ici, conformément à la théorie de M. Michel Lévy, que la circulation des minéralisateurs ait séparé du magma ferro-magnésien du Kersanton l'excès d'alcalis, d'alumine et de silice, et l'ait entraîné dans des fentes de contraction des parties consolidées pour former les pegmatites et aplites kersantiques, en laissant comme résidu les éléments des minettes. L'action combinée de l'eau, de l'acide carbonique et des composés sulfurés des fumerolles a déterminé l'accumulation de la pyrrhotite et de la calcite dans les premières amygdales; des circulations postérieures d'eaux thermales ont développé pyrite, fluorine, calcite et quartz dans les dernières cavités formées. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Examen du fer météoritique de Guatémala.* Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« J'ai récemment reçu, pour la collection du Muséum, un petit échantillon de fer météoritique qui m'a été envoyé de Guatémala par M. Guérin. Ce spécimen, du poids de 80^g, a été détaché d'une masse de $5^{kg},720$, découverte l'année dernière dans les environs; je l'ai soumis à un examen dont je résumerai les résultats en quelques lignes.

» On est frappé tout d'abord du peu de compacité du métal, qui se laisse couper aisément avec un ciseau à froid et qui manifeste, pendant l'opération, une structure laminaire très accentuée. La densité est relativement peu considérable; prise sur cinq petits morceaux pesant ensemble $5^g,700$, elle a été trouvée égale à 7,160, la température du laboratoire étant de 14°.

» Une surface polie traitée par l'acide chlorhydrique laisse apparaître une *figure* très nette où l'on distingue des poutrelles de kamacite reliées par de la plessite.

» La solution dans l'acide chlorhydrique se fait aisément avec un faible dégagement d'hydrogène sulfuré et l'on n'observe pas de dépôt charbonneux; il reste au fond du vase une fine poussière métallique brillante et cristalline dans laquelle le phosphore a été nettement reconnu et qui consiste en schreibersite. La liqueur donne les réactions du nickel; on reconnaît, en outre, des traces de cobalt.

» L'analyse a donné les chiffres suivants :

Fer	89,991
Nickel	9,052
Cobalt	traces
Sulfure de fer	0,443
Schreibersite	0,684
Total	100,170

» Le fer de Guatémala doit être rangé dans le type lithologique désigné sous le nom de *Schwetzite* et qui comprend déjà les masses de Descubridora (Mexique) (1780), Werchne-Udinsk (Sibérie) (1854), et Schwetz (Prusse) (1857), qui existent au Muséum. »

MÉDECINE. — *Des méthodes propres à réaliser la radioscopie stéréoscopique.* Note de M. **Th. Guilloz**, présentée par M. d'Arsonval.

« Une image radioscopique ordinaire ne donnant qu'une ombre projetée est incapable de fournir des notions précises sur la situation respective des objets. On ne peut avoir aucune indication sur les dimensions en profondeur. Les autres dimensions sont altérées par la distance du tube et de l'objet à l'écran et par l'incidence des rayons.

» Je décrirai seulement, pour l'instant, les procédés que j'emploie pour obtenir les ombres radioscopiques qui serviront à donner le relief par leur fusion stéréoscopique.

» Le principe de la disposition à employer n'est pas nouveau; il a été réalisé par d'Almeida pour la stéréoscopie des images photographiques projetées. Les doubles images radioscopiques sont produites sur l'écran dans des conditions telles que chaque œil ne voit que l'image qui lui correspond alors que l'autre œil est masqué. Le même phénomène est reproduit périodiquement pour les deux yeux, avec une fréquence suffisante pour donner la sensation de continuité de l'image. Le relief apparaît quand se fait la fusion stéréoscopique des deux images monoculaires.

» I. J'ai d'abord employé (1) deux tubes Röntgen respectivement alimentés par deux bobines dont les trembleurs rotatifs (2) isolés sont montés sur le même axe. Ces trembleurs rotatifs sont à trois tiges et décalés l'un par rapport à l'autre de 180°, de telle sorte que la plongée se fait alternativement pour l'un et pour l'autre. Sur le même axe se trouve monté l'appareil chargé de trier, parmi les doubles images formées sur l'écran fluorescent, l'image radiographique correspondant à chaque œil.

---

(1) *Dispositif pour l'examen fluoroscopique stéréoscopique* (*Congrès de Radiol. et d'Électrol.*, Paris, 1900).

(2) *Un trembleur rotatif rapide pour la production des rayons* X (*Société de Médecine de Nancy*, 23 novembre 1899. — *Société française de Physique*, 2 décembre 1898).

Il est formé d'un cylindre déprimé en son milieu pour placer le nez et dont les parois présentent de chaque côté trois fentes tracées suivant six génératrices équidistantes, les vides égalant les pleins. Les fentes devant l'œil droit sont décalées de 180° par rapport à celles placées devant l'œil gauche. On a, sous chaque main, la molette qui sert à faire varier le niveau du mercure dans l'interrupteur; on vérifie que chaque œil ne voit qu'une image et l'on règle la plongée dans chaque interrupteur pour que les images soient d'égale intensité.

» II. J'ai utilisé une seconde disposition comportant l'emploi d'une seule bobine et de deux ampoules Röntgen. Les pôles de l'induit de la bobine actionnée comme d'ordinaire sont reliés : l'un aux deux mêmes pôles des tubes, l'autre à un bras métallique fixé à l'extrémité d'un long axe isolé tournant, à peu de distance, en regard de deux segments annulaires métalliques, isolés également et reliés respectivement aux pôles libres des deux ampoules. Ces segments sont situés dans le même plan, ils sont séparés l'un de l'autre par un intervalle libre, de telle sorte que, pendant la rotation, le courant de la bobine passe successivement par l'un et l'autre secteur, c'est-à-dire par l'une et l'autre ampoule.

» Sur l'extrémité libre de l'axe du même moteur se trouve monté, avec un décalage convenable par rapport au bras métallique, un petit commutateur de courant actionnant sous 2 à 4 volts le trieur d'images placé devant les yeux de l'observateur. Il est formé de deux électro-aimants commandant deux petits diaphragmes qui s'ouvrent alternativement; le tout est monté sur une planchette tenue à la main ou fixé sur la monture d'une paire de lunettes. Le courant induit est ainsi lancé alternativement dans un tube et dans l'autre.

» L'écartement à donner aux segments dépend de la résistance des tubes qui, pour tous deux, doit être égale et assez faible (tubes mous). Afin que la dérivation qui se produit dans les deux tubes, quand le bras métallique arrive entre les deux secteurs, ne mélange pas les images, on donne un certain décalage au commutateur rotatif commandant les petits électro-aimants.

» III. La disposition la plus simple consiste dans l'emploi d'un seul tube et d'une seule bobine. J'ai donc cherché à réaliser un tube dont chaque électrode puisse alternativement fonctionner comme cathode et anticathode. J'emploie une ampoule symétrique cylindrique, comportant deux électrodes semblables formées par deux disques plans de chrome (¹)

(¹) Je dois mes premiers échantillons de chrome à l'obligeance de M. Guntz, auquel

placés en regard l'un de l'autre à la distance de 65^{mm} environ (distance des yeux). On peut donner une légère obliquité aux électrodes dans le but d'augmenter le champ commun de leurs rayons.

» Le tube ne noircit pas à l'usage comme si ses électrodes étaient des électrodes de platine. Les rayons Röntgen donnés par le chrome sont moins pénétrants que ceux que donnerait le platine, mais ce tube fonctionne cependant d'une façon satisfaisante quand il est puissamment alimenté, ce que l'on peut faire sans inconvénient, car le chrome est moins fusible que le platine. Ce tube, monté directement sur transformateur à haut potentiel de courant alternatif, donne des images doubles pour tout objet situé dans l'espace compris entre les plans des électrodes. La radioscopie ordinaire se fera ainsi en masquant par un écran métallique les rayons émis par l'une des électrodes. Le chrome, d'un prix peu élevé, donne, après platinage pour les tubes usuels, des anticathodes aussi infusibles que des électrodes très épaisses de platine.

» Pour effectuer avec cette ampoule la radiographie stéréoscopique sur courant continu, il suffit de monter sur l'inducteur de la bobine un commutateur inverseur rotatif tournant sur le même axe que le commutateur qui actionne les électro-aimants des trieurs d'images.

» J'ai employé dans ce cas, avec le meilleur succès, des commutateurs à tiges oscillantes, plongeant à l'extrémité de leur course dans des godets de mercure, et commandées par une came excentrée montée sur l'axe d'un petit moteur.

» Le commutateur inverseur peut à la rigueur servir d'interrupteur pour la bobine, mais il est préférable de lui donner une vitesse modérée et de monter en série avec lui un interrupteur rapide, rotatif ou électrolytique.

» L'examen se pratique, dans ce dernier procédé, en donnant aux yeux de l'observateur une position symétrique de celle des électrodes du tube, par rapport à l'écran fluorescent. »

M. **Jeltoukhine** adresse une Note « Sur la multiplication des intégrales de la forme $\int_0^1 x^{p-1}(1-x^n)^{-\frac{1}{2}}dx$ et $\int_0^1 x^{p_1-1}(1-x^{n_1})^{-\frac{1}{2}}dx$ ».

M. **Pozzi-Escot** adresse une Note ayant pour titre : « Nouvelle diastase réductrice extraite du *Kofi* japonais et sécrétée par l'*Eurotium Orizæ*. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

---

je me suis adressé pour avoir des métaux peu fusibles. Ce métal est dur, cassant, à texture cristalline. Il se travaille bien avec quelques précautions.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 mars 1902.

Nouvelles Leçons sur la Théorie des fonctions : Leçons sur les séries à termes positifs, professées au Collège de France par Émile Borel, recueillies et rédigées par Robert d'Adhémar. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Appell.)

Corps neutres, principes amers et plantes qui les renferment en Thérapeutique, par B. Dupuy. Paris, Librairie des Sciences pratiques, 1902; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Joannes Chatin. Hommage de l'auteur.)

Mémoires de la Société géologique de France : Paléontologie. t. IX, fasc. I-IV. Paris, C. Naud, 1901-1902; 4 fasc. in-4°.

Matériaux de l'histoire de l'homme, Revue d'Anthropologie, Revue d'Ethnographie réunies. *L'Anthropologie*, paraissant tous les deux mois. Rédacteurs en chef : MM. Boule et Verneau; t. XIII, n° 1, janvier-février 1902. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Annuaire statistique de la Ville de Paris, XXe année, 1899. Paris, G. Masson, 1901; 1 vol. in-8°.

Langue universelle de l'humanité, par Julien Hersant. Paris, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'Université de Paris, Bulletin mensuel de l'Association générale des Étudiants: 16e année, n° 110, janvier-février 1902. Paris; 1 fasc. in-8°.

The tracks and landfalls of Bering and Chirikof on the northwest coast of America, from the point of their separation in latitude 49° 10′, longitude 176° 40′ west, to their return to the same meridian; june, july, august, september, october 1741; George Davidson. San-Francisco, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. George Davidson.)

Optische Studien II, von C. Klein. Berlin, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Jahresbericht über die Thätichkeit der Kaiserlichen Nicolai-Hauptsternwarte. 1900 Aug. 1 bis 1901 Aug. 1. Saint-Pétersbourg, 1901; 1 fasc. in-8°.

Methodo Dolivaes applicavel a todos os jogos em que houver chances : Notas explicativas, Joaquim Dolivaes Nunes. Saint-Paul (Brésil), 1902; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève: vol. XXXIV, fasc. 1, mars 1902. *Partie administrative*. Genève, Georg et Cie; Paris, G. Fischbacher; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; 4e série, t. XVI, n° 1; séance du 25 janvier 1902. Bruxelles, Hayez; 1 fasc. in-8°.

Monthly notices of the Royal astronomical Society; appendix to vol. LXII, n° 1. Londres: 1 fasc. in-8°.

The quarterly journal of the Geological Society; Vol. LVIII, part I, n° 229,

february 18th, 1902. Londres, Longmans, Green and C°; Paris, Charles Klincksieck; 1 fasc. in-8°.

Journal of the Royal microscopical Society, containing its transactions and proceedings and a summary of current researches relating to Zoology and Botany, Microscopy, etc.; edited by A.-W. Bennett; 1902, part I, february. Londres; 1 fasc. in-8°.

The Journal of the American chemical Society; vol. XXIV, n° 1, january 1902. Easton, Pa.; 1 fasc. in-8°.

Modern Medicine, a journal of physiological therapeutics; vol. XI, n° 1, january 1902. Battle-Greek (Michigan); 1 fasc. in-8°.

Memoirs of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College; vol. XXVI, n°s 1-3. Cambridge (États-Unis), 1902; 3 fasc. in-4°.

The astrological Magazine, edited by B. Suryanarain Row; vol. VI, n° 1, january 1902. Madras; 1 fasc. in-8°.

The Journal of the College of Science, imperial University of Tokyo, Japan; vol. XV, part II; vol. XVI, part I. Tokyo, 1901; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 24 mars 1902.)

Note de M. *Ponsot*, Chaleur spécifique des corps au zéro absolu :

Page 703, ligne 6 en remontant, *au lieu de* $\frac{ds}{dm}$ est positif, *lire* $\frac{de}{dm}$ est positif, c étant la chaleur spécifique du mélange sous volume constant.

Page 704, ligne 6, *au lieu de* x_2 défini par $\frac{d\mathfrak{F}}{dm} = 0$ .., *lire* x_e, défini par $\frac{d\mathfrak{F}}{dm} = 0$, est plus petit que x_0 défini par $\frac{dS}{dm} = 0$.

Même page, ligne 8, *au lieu de* $\frac{dS}{dm}$ a une valeur finie positive pour x_2, *lire* pour x_e.

Même page, ligne 13, *au lieu de*

lorsque $T = 0$, on a $x_2 = x_0 = x_1 = 0$ et $x_2 = 1$,

lire

lorsque $T = 0$, on a $x_e = x_0 = x_1 = 0$ et $x_2 = 1$. (Alinéa.)

Page 705, ligne 22, *après* $2\frac{fv}{T}$, *ajouter* (2) :

(2) L'unité de chaleur étant équivalente à l'unité de travail.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 AVRIL 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Note de M.* DE FREYCINET *accompagnant la présentation d'un Ouvrage qu'il vient de publier « Sur les principes de la Mécanique rationnelle* (¹) ».

« Ce Travail a pour objet de réagir contre la tendance qui s'est révélée depuis quelques années, chez certains géomètres, à faire de la Mécanique une science presque exclusivement abstraite. Il peut y avoir intérêt, tant sous le rapport philosophique qu'en vue des progrès ultérieurs de la Science, à affirmer nettement son caractère concret et à mettre en relief les données expérimentales sur lesquelles elle repose. Il est d'ailleurs facile de constater que la Mécanique conçue *a priori* et d'une façon en quelque sorte idéale ne permet pas le passage à la réalité, sans l'intervention de principes ou de postulats qui sont, quand on les regarde de près, des appels plus ou moins déguisés à l'expérience. L'auteur ne s'est pas proposé de faire un Traité, mais d'expliquer comment, à son avis, la Mécanique rationnelle doit être présentée pour occuper sa place naturelle dans le développement scientifique et pour atteindre en même temps le degré de rigueur et de certitude dont elle est susceptible. Un Chapitre étendu est consacré à l'analyse des concepts principaux qui interviennent en Mécanique, concepts suggérés par l'observation des phénomènes les plus élémentaires : *vitesse*, *force*, *masse*, *quantité d'action*, *travail*, *masse vive* ou *force vive*, *énergie*, *centre de gravité* sont au premier rang de ces concepts. En second lieu, l'examen des lois fondamentales du mouvement, entièrement puisées dans l'étude de la Nature, fournit tous les matériaux néces-

(¹) Un Volume, chez M. Gauthier-Villars.

saires pour la spéculation mathématique et même permet de déduire très simplement et sans effort de calcul un grand nombre de théorèmes. La dernière Partie comprend des réflexions sur le problème général de la Dynamique et fait ressortir l'indétermination habituelle qui se présente quand on prétend remonter des effets à leurs causes, c'est-à-dire des mouvements observés aux forces qui les produisent ou sont censées les produire, tandis que cette indétermination n'existe pas quand on descend des causes à leurs effets. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Filippi** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « La conquête de l'air ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *H. Duchaussoy* ayant pour titre : « Observations météorologiques de *Victor* et *Camille Chandon*, à Montdidier (1783-1869) ». (Présenté par M. Mascart.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la différentiation de la série de Fourier.* Note de M. **Léopold Fejer**, présentée par M. E. Picard.

« Abel écrit dans sa lettre célèbre adressée à Holmboe (édition Sylow-Lie, t. II, p. 258) :

« ... Où est-il démontré qu'on obtient la différentielle d'une série
» infinie en prenant la différentielle de chaque terme? Rien n'est plus
» facile que de donner des exemples où cela n'est pas juste; par exemple

$$\frac{x}{2} = \sin x - \frac{\sin 2x}{2} + \frac{\sin 3x}{3} - \ldots, \qquad \ldots.$$

» En différentiant on obtient

$$\frac{1}{2} = \cos x - \cos 2x + \cos 3x - \ldots, \qquad \ldots,$$

» résultat tout faux, car cette série est divergente. »

« Mais, *en général*, la série trigonométrique que l'on obtient en différentiant *membre à membre* la série de Fourier d'une fonction $f(x)$ est, comme on sait (¹), *divergente*, lorsque $\lim_{\varepsilon=0} f(\varepsilon) \gtrless \lim_{\varepsilon=0} f(2\pi - \varepsilon)$ (un cas qui se présente très souvent dans les applications) et ne représente donc pas la dérivée $f'(x)$.

» Dans les lignes suivantes, nous voulons montrer que si l'on différentie membre à membre la série de Fourier (²)

$$(1) \qquad a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx),$$

$$a_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(x)\,dx, \qquad \left.\begin{aligned} a_n &= \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \cos nx\,dx \\ b_n &= \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \sin nx\,dx \end{aligned}\right\} (n = 1, 2, \ldots, \infty),$$

correspondant à une fonction $f(x)$, ayant une dérivée continue $f'(x)$, la série obtenue

$$(2) \qquad \sum_{n=1}^{\infty} (nb_n \cos nx - na_n \sin nx)$$

est *toujours simplement indéterminée* (en faisant exception seulement pour les extrémités $0, 2\pi$) *et a pour somme* $f'(x)$.

» Nous employons l'expression *simplement indéterminée* avec M. Cesàro dans le sens suivant :

» La série $\sum_{n=0}^{\infty} u_n$ est simplement indéterminée et a pour somme U,

---

(¹) Voir Kronecker-Netto, *Vorlesungen über bestimmte Integrale*, p. 98, 99.

(²) Nous prenons pour l'intervalle de développement l'intervalle $\overline{0, 2\pi}$. Dans l'exemple d'Abel c'est l'intervalle $\overline{-\pi, +\pi}$.

lorsque la limite

$$\lim_{n=\infty} \frac{s_0 + s_1 + \ldots + s_{n-1}}{n} = \mathrm{U}$$

existe, où $s_n = u_0 + u_1 + \ldots + u_{n-1}$.

» En effet, $f'(x)$ étant continue, la série de Fourier de $f'(x)$

$$(3) \qquad a'_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a'_n \cos nx + b'_n \sin nx),$$

où

$$a'_0 = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} f'(x)\,dx, \qquad \left.\begin{aligned} a'_n &= \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f'(x)\cos nx\,dx \\ b'_n &= \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f'(x)\sin nx\,dx \end{aligned}\right\} n = 1, 2, 3, \ldots, \infty,$$

est simplement indéterminée ([1]).

» Si l'on pose

$$\lim_{\varepsilon=0} f(\varepsilon) = p, \qquad \lim_{\varepsilon=0} f(2\pi - \varepsilon) = q,$$

l'intégration par partie donne

$$a'_0 = \frac{1}{2}\,\frac{q-p}{\pi} \qquad \left.\begin{aligned} a'_n &= \frac{q-p}{\pi} + nb_n \\ b'_n &= \frac{q-p}{\pi} - na_n \end{aligned}\right\} n = 1, 2, 3, \ldots, \infty,$$

et la série (3) prend la forme

$$(4) \qquad \frac{1}{2}\,\frac{q-p}{\pi} + \sum_{n=1}^{\infty}\left[\frac{q-p}{\pi}\cos nx + (nb_n \cos nx - na_n \sin nx)\right].$$

Mais la partie

$$(5) \qquad \frac{q-p}{\pi}\left(\frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \cos nx\right)$$

est elle-même simplement indéterminée (Note citée) et a pour somme zéro pour toutes les valeurs de x (exception faite seulement pour les extré-

---

([1]) Voir ma Note : *Sur les fonctions bornées et intégrables* (*Comptes rendus*, séance du 10 décembre 1900).

mités o, 2π), et par suite la différence des séries (4) et (5)

$$\sum_{n=1}^{\infty}(n b_n \cos n x - n a_n \sin n x)$$

est de même simplement indéterminée et a pour somme $f'(x)$, ce que nous voulions démontrer.

» Remarquons que la série

$$\sum_{n=1}^{\infty}(- n^2 a_n \cos n x - n^2 b_n \sin n x),$$

obtenue en différentiant deux fois membre à membre, est deux fois simplement indéterminée, et ainsi de suite. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les conditions de stabilité des automobiles dans les courbes.* Note de M. A. **Petot**.

« L'objet de cette Note est d'indiquer les conditions à remplir dans la construction et la conduite des voitures automobiles pour éviter, autant que possible, les accidents par dérapage ou par renversement.

» Pour tenir compte de l'action des ressorts de suspension et du mode de fonctionnement des mécanismes de direction, j'ai dû substituer à la voiture réelle un schéma qui en diffère nécessairement un peu. Les calculs étant en outre très complexes, les termes les plus importants ont seuls été conservés; si donc je me permets de présenter à l'Académie mes résultats, c'est seulement à titre de premier essai, et aussi pour marquer dans quel sens il y aurait lieu de faire des recherches expérimentales.

» Soient P le poids total d'un automobile; P_1 et P_2 les charges de l'essieu moteur et de l'essieu directeur au repos; $2e$ l'écartement des roues; l l'empattement; K le rayon de giration de la voiture autour de la verticale passant par son centre de gravité; h la hauteur de ce point au-dessus du sol; f_1 le coefficient de traction en régime normal; v et γ la vitesse et l'accélération à l'instant t; θ et ρ les valeurs, à ce même instant, de l'angle de braquage des roues directrices, et du rayon de courbure de la route.

» Le premier cas à considérer est celui du mouvement circulaire uniforme, et l'on doit tout d'abord chercher, pour chaque essieu, le rapport α entre la force qui tend à produire le glissement transversal des roues et

la charge normale qui s'y oppose. On obtient respectivement, pour l'essieu moteur et l'essieu directeur,

$$(1) \qquad \alpha_1 = \frac{v^2}{\rho g}\left(1 - \frac{h}{l}\frac{Pf_1}{P_1}\right),$$

$$(2) \qquad \alpha_2 = \frac{v^2}{\rho g}\left(1 + \frac{h}{l}\frac{Pf_1}{P_2}\right);$$

c'est donc à l'avant que le glissement latéral a le plus de tendance à se produire. Pour l'éviter, il suffit que l'on ait

$$(3) \qquad \frac{v^2}{\rho g}\left(1 + \frac{h}{l}\frac{Pf_1}{P_2}\right) < f',$$

en désignant par f' le coefficient d'adhérence transversale. Les deux rapports α_1 et α_2 marquent ainsi pour chaque essieu, dans le cas du mouvement circulaire uniforme, la fraction utilisée de l'adhérence transversale; la stabilité de la voiture sera d'autant mieux assurée qu'ils seront plus éloignés de f'.

» Il faut, en outre, que l'on ait

$$(4) \qquad v^2 < \frac{\rho g e}{h},$$

pour que la voiture ne puisse pas se renverser sur le côté; et l'on doit prendre pour le maximum de v la plus petite des valeurs limites précédentes. Le renversement n'est d'ailleurs pas à craindre, quand l'inégalité

$$(5) \qquad e > hf'$$

est encore vérifiée, lorsque l'on attribue à f' sa valeur pratique maxima.

» Quand la vitesse v augmente, le rayon de courbure ρ restant constant, la tendance au dérapage diminue à l'arrière, mais elle s'accentue à l'avant. Le coefficient α_2 augmente approximativement de

$$(6) \qquad \Delta\alpha_2 = \alpha_2 \frac{\gamma}{g}\frac{Ph}{P_2 l}.$$

L'inverse se produit quand v diminue; on a alors

$$(7) \qquad \Delta\alpha_1 = \alpha_1 \frac{\gamma}{g}\frac{Ph}{P_1 l},$$

en désignant cette fois par γ la valeur absolue de l'accélération de retard.

» De là en particulier, pour la manœuvre des freins, la conséquence suivante : afin d'éviter le dérapage à l'arrière, on doit les serrer progressi-

vement, et atteindre seulement le freinage maximum quand la vitesse est assez diminuée pour que l'on ait

$$(8) \qquad v^2 < \frac{\rho g f'}{1 + \frac{hf}{l}}.$$

» A l'entrée dans une courbe, ou plus généralement lorsque la courbure croît, la tendance au glissement latéral s'accentue à l'avant ; on a

$$(9) \qquad \Delta\alpha_2 = \frac{PK^2 v}{P_2 l^2 g} \frac{1}{\cos^2\theta} \frac{d\theta}{dt}.$$

L'inverse se produit quand la courbure décroît, et en particulier à la sortie d'une courbe ; on a alors

$$(10) \qquad \Delta\alpha_1 = \frac{PK^2 v}{P_1 l^2 g} \frac{1}{\cos^2\theta} \frac{d\theta}{dt},$$

en prenant pour $\frac{d\theta}{dt}$ sa valeur absolue.

» Ces formules montrent que l'on doit, à cause du facteur $\frac{K^2}{l^2}$, distribuer les masses sur un automobile, de manière à diminuer, autant que possible, son rayon de giration par rapport à la verticale passant par son centre de gravité. Il est en outre utile que cette dernière droite soit un axe principal d'inertie, si l'on veut tourner aussi facilement d'un côté que de l'autre.

» De même, en écrivant que $\alpha_1 + \Delta\alpha_1$ et $\alpha_2 + \Delta\alpha_2$ restent inférieurs à f', on obtient. pour les divers cas, la limite maxima, en valeur absolue, de la vitesse $\frac{d\theta}{dt}$ avec laquelle on peut faire tourner sans danger les roues directrices. Comme cette valeur limite diminue quand la courbure croît, on a là une indication dont il est nécessaire de tenir compte dans la disposition et la manœuvre des mécanismes de direction.

» Les formules précédentes montrent aussi qu'il faut toujours disposer d'un certain temps et par suite d'un certain espace, pour passer d'une courbure à une autre. Il ne suffit donc pas, dans le tracé d'une route, de raccorder les courbes entre elles ou avec les parties droites ; mais le rayon de courbure de la ligne médiane doit encore varier d'une manière continue.

» Supposons, par exemple, que l'on ait raccordé directement, en un point M d'une route, deux cercles de rayons différents ρ et ρ'. Comme on ne peut pas passer brusquement, du moins sans déraper, de la courbure $\frac{1}{\rho}$ à la courbure $\frac{1}{\rho'}$, on prendra instinctivement, en arrivant en M, sur

la largeur de la route, ce qui manque dans le sens longitudinal. Mais alors, si la voie est encombrée, cette ressource fera défaut, et l'on sera exposé à quitter la ligne médiane, dont on ne pourra pas, faute de temps et d'espace, suivre la courbure, et à prendre la route par le travers. C'est là probablement la cause réelle d'un certain nombre d'accidents graves arrivés dans ces derniers temps, et attribués à un défaut de fonctionnement du mécanisme de direction. »

ÉLECTRICITÉ. — *Oscillations propres des réseaux de distribution.* Note de M. **Brillouin**, présentée par M. Potier.

« M. Pomey a publié, dans les *Comptes rendus* du 24 mars 1902, une démonstration simple et rapide d'une propriété importante des réseaux de distribution électrique : en l'absence de condensateurs, les intensités des courants sont toutes de la forme $\Sigma C e^{\lambda t}$ où les λ sont réelles et négatives. Il n'y a pas d'oscillations amorties ou non.

» Cette propriété est connue depuis très longtemps; j'en ai donné la démonstration dans ma Thèse de Mathématiques, parue en janvier 1881, dans les *Annales de l'École Normale supérieure;* mais je me suis aperçu quelques années plus tard, en prenant connaissance d'anciens Mémoires d'Helmholtz, que cette proposition a été énoncée et démontrée formellement par von Helmholtz en 1851, il y a 51 ans, dans son Mémoire *Ueber die Dauer und den Verlauf der durch Stromesschwankungen inducirten electrischen Ströme* [*Pogg. Ann. der Phys. und Chemie,* Bd. LXXXIII, p. 505-540 (p. 513-514)], reproduit dans ses Mémoires, p. 419-462, n° XXV (p. 436-438). »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la relation* $\frac{L+S}{T} = \frac{Q}{T'} = K$. Note de M. **de Forcrand**.

« J'ai montré récemment (¹) que l'on pouvait déduire, de certaines données relatives aux chlorures métalliques ammoniacaux, la valeur de L + S pour AzH^3, soit $L + S = +7^{Cal},695$.

(¹) *Comptes rendus,* séance du 17 mars 1902.

» Ce résultat peut être contrôlé en faisant la somme des deux termes L et S déterminés directement.

» Or la valeur de S peut être considérée actuellement comme connue assez exactement ([1]); c'est $+1^{Cal},95$.

» Quant à la valeur de L, on peut la déduire avec une grande précision des nombreuses déterminations faites par Regnault ([2]) des tensions de vapeur de AzH^3 liquide. Ces données sont connues avec une exactitude parfaite, et il suffit de leur appliquer le calcul de Clapeyron pour en déduire la chaleur de volatilisation aux différentes températures avec une certitude que l'on ne saurait atteindre dans des mesures directes de L.

» J'ai donc groupé les nombres donnés par Regnault deux par deux et calculé L de cinq en cinq degrés :

T (température absolue).	L (chaleur de volatilisation moléculaire) en grandes Calories.
235°,5	5,687
240,5	5,73
245,5	5,70
250,5	5,70
255,5	5,70
260,5	5,687
265,5	5,67
273	5,665
280,5	5,642
285,5	5,585
290,5	5,556
295,5	5,514
300,5	5,482
305,5	5,442
310,5	5,402
323	5,22

» La courbe que donnent ces valeurs de L présente la même allure que celle publiée par M. Mathias pour CO^2; parallèle ou à peu près à l'axe des abscisses pour les basses températures, elle montre que L diminue de plus en plus rapidement aux températures élevées.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 1er avril 1902.

([2]) *Relation des expériences*, etc., t. II.

» Ce qui importe ici surtout, c'est que, à 240°,5 absolus, soit au point d'ébullition sous 760mm, la valeur de L est de $5^{Cal},73$ (1).

» Et si l'on fait la somme

$$L + S = 5,73 + 1,95,$$

on trouve $7^{Cal},680$.

» C'est très exactement le nombre $7^{Cal},695$ que j'avais calculé précédemment en partant des chlorures ammoniacaux.

» Si l'on divise ce nombre par 240°,5 (température d'ébullition) on trouve :

$$\frac{L+S}{T} = \frac{7,680}{240,5} = 31,93$$

ou très sensiblement 32, c'est-à-dire la valeur donnée par les chlorures métalliques ammoniacaux pour $\frac{Q}{T'}$ ou pour $\frac{q}{\theta}$.

» C'est donc, pour le cas de l'ammoniac, la démonstration directe et absolument complète de la loi que j'ai énoncée il y a un an :

» *Dans tous les phénomènes physiques ou chimiques, la chaleur de solidification d'une molécule d'un gaz est proportionnelle à sa température (absolue) de volatilisation sous la pression de 760mm.*

» Et comme $\frac{L+S}{T}$ se retrouve constamment égal à 30 (à $\frac{1}{15}$ près) pour un très grand nombre de corps simples ou composés, et que, d'après M. Le Chatelier, le quotient $\frac{Q}{T'}$ doit être constant pour tous les composés dissociables, quelle que soit la nature chimique de la molécule gazeuse éliminée, il n'est pas douteux que la loi énoncée doit être générale. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la classification et les poids atomiques du néon, de l'argon, du krypton et du xénon.* Note de M. H. WILDE.

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie sur les poids atomiques de l'argon et de l'hélium (*Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 649), la position de l'argon dans ma classification et ma Table des

(1) Ce nombre doit être substitué à la valeur $4^{Cal},55$ que donnent la plupart des Ouvrages de Chimie. Cette dernière est bien de Regnault et a été mesurée directement, mais dans des conditions très différentes.

éléments (p. 707) était le terme voisin de l'azote, dans la série $H \times 7n$, avec un poids atomique égal à 21.

» Les éléments récemment découverts : néon, krypton et xénon, confirment tout à fait la position et le poids atomique de l'argon dans ma Table, et les déterminations les plus récentes des densités des nouveaux gaz, par MM. Ramsay et Travers (*Phil. Trans.*, vol. 197, 1901), montrent qu'ils appartiennent aussi à la série $H \times 7n$.

» Les densités assignées à ces éléments sont

néon : 9,96; argon : 19,96; krypton : 40,78; xénon : 64.

» M. Berthelot et d'autres chimistes ont indiqué, dans les limites des erreurs expérimentales et des interférences résiduelles, que l'argon est une fois et demie aussi dense que l'azote et se trouve, à l'égard de cet élément, dans la même relation que l'ozone à l'oxygène, avec une exaltation semblable des propriétés actives et inertes respectives. Pour les mêmes raisons qui font attribuer à l'argon la densité 21, celle du krypton serait 42 et celle du xénon 63.

» Comme le poids atomique de tous les gaz élémentaires aux températures ordinaires est exprimé par le même nombre que leur densité, les poids atomiques de l'argon, du krypton et du néon (21, 42, 63) forment une triade définie, pareille à celle des métaux alcalins et de quelques autres éléments. D'ailleurs, les nombres clairement établis des nouveaux gaz en font des membres de la série $H \times 7n$; $n = 3, 6, 9$. Ces multiples n forment une triade semblable à celle des trois gaz.

» Comme la densité du néon est actuellement anormale, je m'aventure à identifier ces éléments avec le premier membre 7 de la série $H \times 7n$.

» La grande difficulté que l'on a rencontrée pour isoler le néon de ses congénères plus denses fait supposer que son poids atomique n'a été déterminé qu'approximativement.

» Ainsi, les membres gazeux de la série $H \times 7n$ dans ma Table d'éléments sont rangés dans l'ordre suivant :

Ne	7
Az	14
Ar	21
Kr	42
Xe	63

» Les relations de multiplicité définie entre les poids atomiques de ces gaz élémentaires indiquent qu'ils ont été formés, à partir de leurs molé-

cules constituantes, avec une mise en liberté considérable de mouvement. Sous ce rapport, la série offre une ressemblance frappante avec les triades de métaux alcalins et autres formes positives et négatives des séries $H \times n$, $H \times 2n$, $H \times 3n$, qui, à une certaine période de leur histoire, ont fait partie de l'atmosphère très chaude du globe terrestre. La ressemblance de ces séries entre elles se manifeste aussi dans les spectres caractéristiques des nouveaux gaz (argon compris), avec les spectres homologues des triades, métaux alcalins et alcalinoterreux.

» C'est une chose fort remarquable que, tandis que les lois de la combinaison chimique et de la cristallographie sont établies sur des bases strictement mathématiques, les proportions multiples entre les poids atomiques des éléments n'ont pas été aussi profondément établies sur un fondement semblable, par ce motif que quelques-uns de ces poids atomiques ne sont pas des nombres entiers.

» La constance des angles dans les cristaux d'une même substance est regardée comme une loi fondamentale de la cristallographie. J'ai trouvé pourtant, par des mesures exactes, que de petites différences existent entre les angles de cristaux en apparence parfaitement cubiques de fluorine (différences qui montent jusqu'à un degré dans quelques échantillons) : ce qui ressemble aux écarts observés parmi les poids atomiques. Des résidus interférentiels pareils, à juste titre, ne sont pas considérés par les minéralogistes comme affectant les lois générales de la cristallographie. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un type de composés du glucinium.* Note de M. H. Lacombe, présentée par M. Haller.

« J'ai réussi à préparer les homologues supérieurs de l'acétate de glucinium $(C^2H^3O^2)^6Gl^4O$ dont nous avons donné la description, M. Urbain et moi ([1]). Tous les composés obtenus sont du type A^6Gl^4O, A représentant le radical d'un acide gras.

» Ils prennent naissance par l'action, sur le carbonate de glucinium, de l'acide gras employé en excès. Si la présence d'une trace d'eau est nécessaire pour provoquer la réaction, il faut toutefois éviter autant que possible la présence d'une notable quantité de cette substance. Tous ces sels étant volatils, le meilleur moyen de les purifier est la distillation sous pression réduite.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 876; 1901.

» Les premiers sont solides et bien cristallisés, leurs points de fusion vont en diminuant lorsque l'on passe d'un terme à son homologue supérieur, les termes à poids moléculaires élevés sont liquides. Les températures d'ébullition suivent une progression inverse. On remarquera, cependant, dans le Tableau suivant une anomalie curieuse dans les points d'ébullition de l'isobutyrate de glucinium, inférieurs à ceux du propionate :

	Points de fusion.	Points d'ébullition, pression normale.	Points d'ébullition, 19^{mm} de mercure.
Formiate de glucinium.	Se sublime sans fondre.	»	»
Acétate.	283-284	330-331	Se volatilise sans fondre.
Propionate.	119-120	339-341	221
Isobutyrate	76	336-337	216
Butyrate normal.	Liquide.	»	239
Isovalérate.	»	»	254

» Le *formiate* est insoluble dans tous les dissolvants.

» L'*acétate* n'est guère soluble à froid que dans le chloroforme.

» Le *propionate* et l'*isobutyrate* sont solubles dans tous les dissolvants que j'ai expérimentés : alcool, éther, benzène, chloroforme, bromure d'éthylène, etc. Pour obtenir des cristaux bien nets, l'éther de pétrole donne les meilleurs résultats.

» Le *butyrate* normal et l'*isovalérate* sont extrêmement solubles dans tous ces dissolvants.

» L'eau ne paraît pas dissoudre ces corps à froid. Elle les dissout à l'ébullition, mais avec décomposition. Si l'on ajoute du carbonate de glucinium à la dissolution aqueuse, il se dégage de l'acide carbonique, et l'on obtient des sels gommeux.

» Quoique tous ces sels du type A^6Gl^4O paraissent être des sels basiques, la molécule de glucine qu'ils renferment ne fonctionne pas comme base. Toutes mes tentatives pour la saturer ont échoué.

» La grande solubilité de ces composés dans le benzène et le bromure d'éthylène m'a permis d'effectuer des mesures cryoscopiques. En admettant comme constantes cryoscopiques les nombres 4900 pour le benzène et 11800 pour le bromure d'éthylène, j'ai obtenu les résultats suivants :

	Poids moléculaires.		
	Benzène.	Théorie.	Bromure d'éthylène.
Propionate.	421	490	510
Isobutyrate	479	574	609
Butyrate.	498	574	593
Isovalérate.	592	658	703

» On voit que les écarts obtenus entre les poids moléculaires observés et les poids moléculaires théoriques sont du même ordre.

» Les nombres obtenus dans le benzène sont tous trop faibles; les nombres obtenus dans le bromure d'éthylène sont tous trop forts. J'attribue ces différences à la constante cryoscopique qui diffère, comme on le sait, légèrement d'une série de composés

à une autre série, mais les résultats précédents ne laissent aucun doute sur la diatomicité du glucinium.

» Cette diatomicité me semble cependant insuffisante pour rapprocher le glucinium des corps de la série magnésienne; car, en appliquant les réactions précédentes au zinc, j'ai obtenu des sels, volatils il est vrai, mais appartenant au type normal ([1]).

» J'ai vainement tenté de préparer les sels gras normaux, tels que

$$(CH^3CO^2)^2Gl.$$

» Je n'ai pas réussi davantage à obtenir, avec les acides minéraux forts, des sels du type A^6Gl^4O. Dans différentes expériences, j'ai constamment obtenu, avec ces acides, soit les sels normaux, soit des sels gommeux. Toutefois, le type A^6Gl^4O n'est pas un type exclusivement organique. Debray a décrit, en effet, un carbonate double de glucinium et d'ammonium de formule $(CO^3)^3Gl^4O + 3CO^3(AzH^4)^2 + H^2O$, ainsi que le sel correspondant de potassium ([2]). Ce type de composés peut être considéré comme général. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des chlorhydrines.* Note de M. Marc Tiffeneau, présentée par M. Haller.

« En 1875 Markovnikoff ([3]) a démontré contrairement aux assertions de Henry ([4]) que, dans la fixation de ClOH sur le propylène, l'oxhydrile se porte sur le carbone le moins hydrogéné en donnant la chlorhydrine $CH^3 - CHOH - CH^2Cl$; toutefois il attribuait à la chlorhydrine de l'isobutylène la formule $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!CCl - CH^2OH$, de sorte qu'il n'était pas possible d'établir une règle générale pour la fixation de ClOH sur les carbures éthyléniques.

» En 1900, Krassousky ([5]) a repris cette étude et montré que l'isobutylène fournit en majeure partie la chlorhydrine $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!COH - CH^2Cl$; de

([1]) La volatilité de l'acétate de zinc a été indiquée par M. Franchimont (*Bulletin Soc. chim.*, t. XXXII, p. 511).

([2]) Debray, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XLIV, 1855.

([3]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 668, 728, 776.

([4]) *Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. XXVI, p. 23.

([5]) *Journal de la Société physico-chimique russe*, t. XXXII, p. 84.

même avec le triméthyléthylène on obtient principalement la chlorhydrine $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\rangle COH - CHCl - CH^3$; Krassousky [1] est parvenu ainsi à généraliser la règle suivante établie par Markovnikoff : Dans la fixation de ClOH sur les carbures éthyléniques l'oxhydrile se porte toujours sur le carbone le moins hydrogéné.

» J'ai vérifié cette règle avec un carbure de même structure que l'isobutylène, le métho-éthénylbenzène $\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\rangle C = CH^2$. En faisant agir ClOH à 0° sur ce carbure on obtient, entre autres produits, une portion abondante bouillant à 130°-132° sous 16mm, de densité 1,220 à 0° et ayant pour formule $C^9H^{11}OCl$.

» Pour démontrer la constitution de cette chlorhydrine je l'ai identifiée avec une chlorhydrine déterminée obtenue par action du phénylbromure de magnésium sur la chloracétone et décomposition par l'eau (rendement 75 pour 100) :

$$C^6H^5 - Mg - Br + CH^3 - CO - CH^2Cl + H^2O$$
$$= \begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\rangle C - OH - CH^2Cl + Mg\langle\begin{matrix} OH \\ Br \end{matrix}.$$

» Une telle chlorhydrine se caractérise parce qu'elle perd H^2O par simple distillation à la pression ordinaire avec formation de C^9H^9Cl bouillant à 213°-215°; la chlorhydrine du métho-éthénylbenzène se comporte de même, de sorte que sa constitution est bien $\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\rangle COH - CH^2Cl$.

» L'étude de la réaction des dérivés organomagnésiens sur la monochloracétone m'a conduit à préparer, au moyen de $IMgCH^3$ et de $BrMgC^2H^5$, d'une part la chlorhydrine isobutylénique $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\rangle COH - CH^2Cl$, et d'autre part la chlorhydrine

$$\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix}\rangle COH - CH^2Cl.$$

» La première, déjà décrite par Henry, Markovnikoff, Krassousky et Michael, bout à 127°-129°; sa densité à 0° est 1,082; les rendements atteignent à peine 20 pour 100, car au cours de la réaction il y a remplacement du Cl par I et formation de l'iodhydrine correspondante. Comme la chlorhydrine isobutylénique de Krassousky, la chlorhydrine obtenue par moi perd H^2O avec l'acide oxalique desséché en donnant un chloroisobutylène C^4H^7Cl; les observations de Krassousky se trouvent donc pleinement confirmées.

» La chlorhydrine $\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix}\rangle COH - CH^2Cl$ est obtenue avec un rendement de 72 pour 100 dans l'action de $BrMgC^2H^5$ sur la monochloracétone; elle bout à 149°-151° et a pour densité 1,053 à 0°. »

---

(1) A. Michael, *Journal für prakt. Chemie*, t. LXIV, p. 102, a effectué ultérieurement les mêmes recherches que Krassousky et est arrivé aux mêmes conclusions.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la nitration du furfurane, et sur un dérivé de l'aldéhyde nitrosuccinique.* Note de M. **Marquis**, présentée par M. Moissan.

« J'ai décrit antérieurement (¹) la nitration du furfurane et la préparation d'un dérivé mononitré de ce composé.

» Je rappelle que cette nitration s'effectue au moyen de l'acide azotique fumant, en employant comme solvant l'anhydride acétique, et qu'elle fournit un composé liquide, instable, que l'action de la pyridine transforme en nitrofurfurane.

» Je résume aujourd'hui l'étude de ce composé liquide.

» Pour l'obtenir dans le plus grand état de pureté possible on opère ainsi :

» La nitration du furfurane étant effectuée, on verse le produit sur de la glace, on étend d'eau et l'on épuise à l'éther. La solution éthérée est lavée avec une solution de bicarbonate de soude jusqu'à cessation d'effervescence; à ce moment on voit, si l'on continue le lavage, la solution alcaline se colorer en rouge foncé par suite de la dissolution d'une partie du produit nitré. On lave alors à l'eau pure et l'on sèche sur du sulfate de soude. L'éther est distillé en partie au bain-marie; le reste est chassé dans le vide aussi bien que possible.

» Le résidu constitue le produit cherché. C'est un liquide jaune, épais, incristallisable, indistillable. Son instabilité est telle qu'il se décompose du jour au lendemain en dégageant des vapeurs nitreuses et en laissant un résidu volumineux de charbon.

» Il réduit énergiquement et à froid la liqueur de Fehling et l'azotate d'argent ammoniacal. Il réagit vivement, en solution alcoolique, sur la phénylhydrazine, en donnant une hydrazone bien cristallisée; enfin, comme je l'ai déjà dit, il se transforme sous l'action de la pyridine en nitrofurfurane.

» J'ai été amené à considérer ce produit comme une *monoacétine de l'aldéhyde nitrosuccinique* et à lui donner une des deux formules suivantes :

$$\begin{array}{l} AzO^2 - C = CH\,OH \\ \quad\quad\quad\;\, | \\ \quad\quad\quad CH = CHO\,CO\,CH^3 \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{l} AzO^2 - CH - CHO \\ \quad\quad\quad\;\;\, | \\ \quad\quad\quad CH = CHO\,CO\,CH^3 \end{array}$$

qui rendent bien compte de ses propriétés réductrices et de sa transformation en nitrofurfurane.

» Les résultats de l'analyse et ceux de la détermination du poids moléculaire concordent avec cette formule aussi bien qu'on peut l'espérer pour un produit impurifiable :

$$C = 41,57; \quad H = 4,60; \quad Az = 7,51; \quad M = 169,\ 174,\ 191$$
$$(\text{Théorie}: C = 41,61;\ H = 4,04;\ Az = 8,09;\ M = 173).$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 140.

Le défaut d'azote peut être imputé à la présence possible d'une petite quantité d'une diacétine dont la teneur en carbone et en hydrogène serait très voisine

$$(C = 41,2;\ H = 4,72;\ Az = 6,00;\ M = 233).$$

» La position du groupe AzO^2 dans cette acétine est nettement définie par les résultats de l'action de l'eau. En effet, si l'on chauffe l'acétine avec un excès d'eau vers 80°, on voit se produire un dégagement de vapeurs nitreuses; celles-ci sont dues à la décomposition, par l'eau chaude, de l'acide azoteux qui prend naissance tout d'abord, et dont on peut facilement constater la production; la liqueur contient en dissolution un produit réducteur, aldéhydique; on peut en isoler l'hydrazone, et l'analyse montre que cette hydrazone ne contient pas d'oxygène.

» Or, dans l'hypothèse, peu probable d'ailleurs, où le groupe AzO^2 serait porté par un des carbones aldéhydiques, l'acétine ayant, par exemple, la constitution suivante :

$$\begin{array}{l} CH^2 - CO - AzO^2 \\ | \\ CH = CHOCOCH^3, \end{array}$$

on voit que l'action de l'eau sur un tel corps, avec départ d'acide azoteux, s'effectuerait d'après l'équation suivante :

$$\begin{array}{l} CH^3COO - CH = CH - CH^2 - CO - AzO^2 + 2H^2O \\ \quad = CHO - CH^2 - CH^2 - CO^2H + CH^3CO^2H + AzO^2H, \end{array}$$

en donnant naissance à l'acide aldéhyde succinique. Or ce dernier composé est connu [1] et donne avec la phénylhydrazine une hydrazone hydrazide, contenant encore de l'oxygène, et bien différente de l'hydrazone que j'ai obtenue.

» *En résumé*, lors de la nitration du furfurane, en solution d'anhydride acétique, il y a ouverture du noyau et formation d'une monoacétine de l'aldéhyde nitrosuccinique. La pyridine peut agir sur celle-ci en refermant le noyau par enlèvement des éléments de l'acide acétique et en donnant un nitrofurfurane dont la constitution est alors évidemment la suivante :

$$\begin{array}{l} CH - CH - AzO^2 \\ \| \qquad \| \\ CH \quad CH \\ \quad \diagdown \diagup \\ \quad\ O \end{array}$$

» Je me propose de revenir prochainement sur le produit aldéhydique de l'action de l'eau sur l'acétine nitrosuccinique. »

---

[1] W.-H. PERKIN et C. SPRANKLING, *Chem. Soc.*, t. LXXV, p. 11.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouveau mode de préparation de l'oxygène.* Note de M. GEORGE-F. JAUBERT, présentée par M. Moissan.

« Le peroxyde de sodium et le peroxyde de potassium sont très riches en oxygène actif, c'est-à-dire susceptible d'être dégagé à l'état gazeux. Le peroxyde de sodium en contient 20,5 pour 100, celui de sodium et de potassium, 29,09 pour 100, et celui de potassium, 33,8 pour 100. Ceci revient à dire que 1^{kg} de chacun de ces corps est capable de dégager 158^{l}, 224^{l} et 260^{l} d'oxygène à la température ordinaire.

» J'ai songé à utiliser ces corps pour la préparation industrielle de l'oxygène et faciliter son transport à l'état latent dans un corps solide susceptible de le restituer *à froid* sous la simple action de l'eau.

» Ces substances sont préparées par l'industrie sous forme d'agglomérés cubiques du poids de 100^{g}.

» *Produit dérivé du sodium.* — Le peroxyde de sodium est aggloméré par simple compression après avoir été mélangé avec la quantité théorique d'un permanganate soluble (Na, K, Ca) ou d'un hypochlorite, ou d'une trace d'un sel de nickel, de cuivre, etc., de façon à décomposer l'hydrate de peroxyde de sodium, qui se forme sous l'action de l'eau et qui est stable à froid. Le permanganate, à l'encontre des sels de nickel ou de cuivre, ne joue pas un simple rôle catalytique, mais prend part à la réaction : il est réduit à l'état de sesquioxyde avec dégagement d'oxygène.

» *Produit dérivé de l'alliage de sodium et potassium.* — L'alliage liquide de sodium et potassium (Na K) s'oxyde très facilement : quelques gouttes versées sur une feuille de papier à filtrer et étalées avec un agitateur s'enflamment spontanément à l'air. L'alliage peroxydé dans un courant d'air sec donne une poudre orangée qui répond sensiblement à la formule $NaKO^3$. Le produit étant fortement hygroscopique, on obtient souvent des variables pour l'oxygène.

» L'*analyse du produit* a été effectuée de plusieurs façons; le potassium et le sodium ont toujours été titrés par une solution décinormale d'acide chlorhydrique. L'oxygène dégagé a été soit mesuré dans un nitromètre de Lunge, soit pesé dans un appareil à dégagement du genre de ceux utilisés pour le dosage de l'acide carbonique.

» L'*oxygène*, enfin, a été analysé de deux façons : soit dans un tube de 100^{cm^3} divisé en dixièmes, que M. Chabaud construit spécialement pour les fabriques d'oxygène travaillant par la baryte ou l'électrolyse, la liqueur absorbante étant l'ammoniure cuivreux.

» Ce procédé est trop grossier pour l'oxygène des peroxydes qui est chimiquement pur. Il est nécessaire de faire l'opération sur le mercure dans un eudiomètre. On fait passer une parcelle de la substance dans l'eudiomètre, puis une quantité d'eau insuffisante pour la décomposition totale. On ajoute ensuite l'hydrogène.

» Voici le résultat d'un dosage :

	cm³
Oxygène dégagé dans l'eudiomètre..............	4,25
Gaz + hydrogène pur ajouté	20,04
Après l'étincelle	7,30
Volume disparu	12,74
$\frac{1}{3}$ volume disparu = O pur	4,246
Impuretés : 4,250 — 4,246....................	0,004
Titre de l'oxygène........... 99,90 pour 100	

» L'oxygène obtenu au moyen des peroxydes est intéressant à divers points de vue. Tout d'abord à cause de la facilité de sa formation : le premier appareil venu, du genre Kipp, suffit à en préparer des milliers de litres; ensuite à cause de sa pureté absolue. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *La loi de Mendel et l'hérédité de la pigmentation chez les Souris*. Note de M. L. CUÉNOT, présentée par M. Alfred Giard.

« En 1865, Gregor Mendel, à la suite d'expériences d'hybridation sur les Pois, a formulé clairement et complètement une loi d'hérédité, qui a été redécouverte tout récemment et confirmée par de Vries, Correns, E. Tschermak, Webber :

» Supposons que l'on croise deux plantes qui diffèrent entre elles par *n* caractères, dont le plus frappant est, par exemple, la couleur de la fleur; appelons *a* la couleur de l'une des plantes et *b* celle de l'autre. Si ces caractères suivent la règle de Mendel, les produits du croisement présentent une absolue uniformité : tous les hybrides ont la couleur *a*, sans aucune trace de la teinte *b*; on dit alors que le caractère *a* est *dominant* et que le caractère *b* est *récessif* (je préférerais le mot *dominé*). Si ces hybrides sont croisés entre eux, on obtient une deuxième génération qui se distingue de la première par le dimorphisme des individus : 75 pour 100 d'entre eux présentent le caractère *a* (dominant) et 25 pour 100 le caractère *b* (dominé).

» Pour expliquer la réapparition du caractère dominé et le dimorphisme des descendants d'hybrides, Mendel et Naudin, mais le premier avec beaucoup plus de précision que le second, ont pensé que les caractères antagonistes, juxtaposés dans l'œuf fécondé et sans doute dans les cellules somatiques qui en descendent, se disjoignent dans les gamètes, qui, par conséquent, ne sont plus hybrides [1] : la moitié de ceux-ci

---

[1] Ils ne sont plus hybrides d'une façon absolue, si les deux plantes ne diffèrent réellement que par un seul caractère; si elles diffèrent par *n* caractères non corrélatifs, les gamètes ne sont plus hybrides relativement aux deux caractères antagonistes considérés en particulier.

possède seulement le caractère a, l'autre moitié seulement le caractère b. Quand on croise entre eux les hybrides, il peut donc se former les quatre combinaisons suivantes de gamètes :

$$(a+a), \quad (a+b), \quad (b+a), \quad (b+b).$$

» Dans les trois premiers cas, la plante aura le caractère dominant a; dans le quatrième, le caractère dominé b; les plantes issues de $(a+a)$ et de $(b+b)$ possèdent les caractères a et b à l'état de pureté, comme les parents du début; $(a+b)$ et $(b+a)$ sont des hybrides identiques à ceux du premier croisement. Cette hypothèse très simple de la disjonction a été surabondamment vérifiée par les différents auteurs cités plus haut.

» Jusqu'ici, les recherches sur les applications de la loi de Mendel ont toutes porté sur le règne végétal, et l'on ne sait pas si ce mode d'hérédité se rencontre aussi chez les animaux. Depuis 2 ans, j'expérimente avec un matériel très favorable, qui me permet de répondre par l'affirmative.

» Le caractère différentiel le plus frappant (et peut-être unique) entre les Souris grises des maisons (*Mus musculus* L.) et les Souris albinos à yeux rouges est la présence de pigment (noir et jaune) chez les premières, son absence totale chez les secondes : or, si l'on croise une Souris grise (♂ ou ♀) avec une Souris blanche (♀ ou ♂), on obtient *toujours*, *sans exception*, des produits gris, parfaitement semblables au parent gris. Le caractère *pigment* est donc dominant par rapport au caractère *absence de pigment* (¹).

» Si nous appelons g le caractère dominant, et b le caractère dominé, les produits de croisement entre gris et albinos ont la formule $(g+b)$. Je croise entre eux ces métis gris; s'il y a disjonction dans les gamètes, le calcul des probabilités enseigne que les produits de ce deuxième croisement doivent comprendre :

$$n(g+g)+2n(g+b)+n(b+b),$$

c'est-à-dire 25 pour 100 d'albinos et 75 pour 100 de gris, ces derniers comprenant 25 pour 100 de gris purs $(g+g)$ et 50 pour 100 de gris mixtes $(g+b)$, qu'il sera impossible de différencier extérieurement.

» L'expérience confirme tout à fait cette prévision : j'ai obtenu 270 petits, qui comprennent 198 gris et 72 albinos, soit 26,6 pour 100 de ces derniers. Les albinos

---

(¹) Beaucoup d'auteurs, depuis Colladon (1824), ont déjà fait des croisements entre Souris grises et albinos, mais ils ne s'accordent pas sur le résultat; Haacke (1897) est le seul qui ait constaté comme moi la prépondérance absolue du gris. Pour l'observer, il faut avoir soin d'opérer avec de vraies Souris grises, capturées à l'état sauvage, et non pas avec des animaux de laboratoire, qui peuvent avoir des albinos dans leurs ascendants.

sont de race pure, sans trace de sang gris; en effet, croisés entre eux, ils donnent toujours, sans exception, des albinos. Pour démontrer qu'il y a des gris de race pure et des gris mixtes, c'est un peu plus compliqué que chez les plantes, puisqu'on ne peut pas recourir à l'autofécondation; j'ai dû croiser entre eux un certain nombre de ces gris de deuxième génération, *pris absolument au hasard:* conformément aux probabilités, à peu près la moitié des couples ne m'a donné que des petits gris (189), ce qui prouve que l'un des parents ou tous les deux n'avaient que des gamètes *g*; l'autre moitié des couples m'a donné à la fois, à chaque portée, des gris et des blancs (162 gris et 57 albinos), ce qui prouve que chacun des deux parents avait des gamètes *g* et *b*. Cette fois encore, conformément aux probabilités, le nombre des gris est triple de celui des albinos (74 et 26 pour 100).

» La disjonction des caractères dans les gamètes des métis de gris et albinos peut être vérifiée par une autre série d'expériences : appelons demi-sang, à l'exemple des zootechnistes, la Souris grise issue du croisement d'une grise sauvage avec un albinos; ce demi-sang, accouplé avec un albinos, donne des albinos et des grises, qui ont $\frac{3}{4}$ de sang blanc; une grise $\frac{3}{4}$ de sang, accouplée avec un albinos, donne encore des albinos et des grises, qui ont $\frac{7}{8}$ de sang blanc, etc. Or, s'il y a disjonction des caractères, on a croisé chaque fois des gamètes à caractère *b* (ceux de l'albinos) par des gamètes *b* et *g* (ceux de la grise); et, si la glande génitale de cette dernière renferme autant de gamètes des deux types, on doit obtenir toujours, à chaque croisement, autant d'albinos ($b + b$) que de gris ($b + g$). Les expériences concordent parfaitement, cette fois encore, avec la prévision théorique : pendant cinq générations successives, l'introduction répétée de sang albinos, pour parler le langage zootechnique, ne diminue en rien le nombre des gris dans les portées.

» La disjonction des caractères dominant et dominé permet de prévoir et de comprendre des faits qui paraîtront paradoxaux aux éleveurs : une Souris albinos, dont les ancêtres, pendant un nombre de générations aussi grand qu'on voudra, ont été gris, est cependant un albinos de race absolument pure, qui ne présentera jamais d'atavisme gris; en croisant deux Souris grises, renfermant chacune $\frac{n-1}{n}$ de sang blanc, n étant aussi grand qu'on voudra, on peut obtenir des grises de race absolument pure ($g + g$), qui ne présenteront jamais de retour à l'albinisme. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure et le mode de multiplication des Flagellés du genre* Herpetomonas Kent. Note de M. Louis Léger, présentée par M. Alfred Giard.

« La structure des *Herpetomonas* Kent (*Leptomonas* de Senn) est encore actuellement si peu connue que l'existence même du noyau chez ces orga-

nismes est considérée comme incertaine. Je prendrai comme type de ma description l'*Herpetomonas jaculum* n. sp. que j'ai rencontré en abondance dans l'intestin moyen de *Nepa cinerea*.

» Chez les Nèpes adultes fortement infestées, le parasite se montre sous deux formes différentes reliées par tous les stades intermédiaires, comme chez le *Crithidia* de l'*Anopheles* et chez tous les *Herpetomonas* que j'ai étudiés jusqu'ici. Les unes sont effilées, munies d'un long flagelle et très mobiles; je les désignerai sous le nom de *formes monadiennes*. Les autres, plus massives, à fouet raccourci ou nul, sont fixées à l'épithélium comme des Grégarines; je les appellerai *formes grégariniennes*.

» Formes monadiennes. — La forme monadienne est celle sous laquelle on observe le plus fréquemment l'*Herpetomonas*. Il se présente alors comme un organisme aciculé en forme de fine baguette *aplatie*, rectiligne ou légèrement incurvée, souvent tordue en hélice, de 15 μ à 30 μ de long et portant, à son extrémité antérieure, un fouet gros et d'égale épaisseur sur toute sa longueur qui dépasse celle du corps (*fig.* 2). Le fouet est animé de mouvements ondulatoires très vifs qui font progresser rapidement l'animal et qui continuent même lorsque l'animal est arrêté, comme pour tâter ou chercher quelque nourriture.

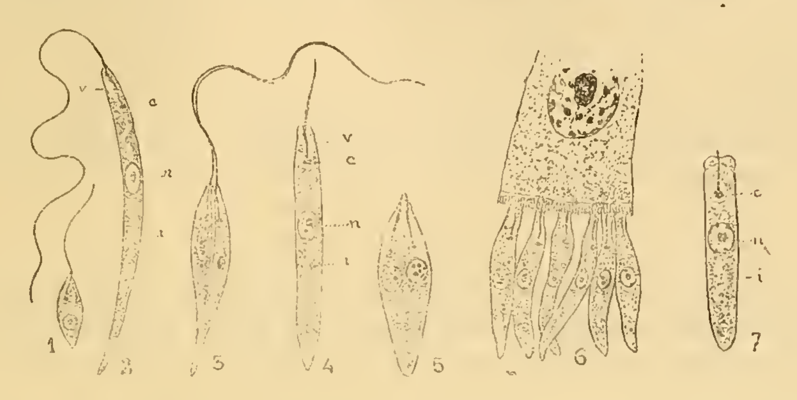
» Le corps, atténué en pointe obtuse à l'arrière, est formé d'un protoplasma réfringent jaunâtre, finement granuleux, surtout dans la partie postérieure; en avant, il est légèrement rétréci en un bec métabolique d'où part le flagellum et sous lequel on voit une vacuole contractile (*fig.* 2, *v*). Il présente des mouvements propres par lesquels il s'incurve, se reploie en rampant, ou même s'enroule ou se tord. Ces mouvements du corps s'observent surtout lorsque l'animal se meut dans un milieu relativement résistant (sur ou entre les cellules épithéliales, par exemple); mais, lorsqu'il se déplace dans un milieu liquide, le fouet seul entre en jeu, et le corps, entraîné par celui-ci, reste rectiligne ou à peine incurvé et comme animé d'une vive trémulation.

» Sur des préparations convenablement fixées et colorées, on aperçoit nettement un canal qui part d'une vacuole buccale antérieure et parcourt toute la longueur du corps en décrivant des ondulations ou des spires. Vers la région postérieure, il est souvent moniliforme et finalement se termine dans une vésicule terminale qui paraît s'ouvrir à l'extrémité postérieure (*i*, *fig.* 2). J'incline à croire qu'il s'agit là d'un véritable canal intestinal creusé dans l'épaisseur du cytoplasme et sans doute comparable au tube digestif déjà signalé par Kunstler chez plusieurs Flagellés, notamment chez les *Chilomonas* et les *Cryptomonas*.

» Le noyau, difficile à colorer, est situé un peu avant la moitié de la longueur du corps. Il est à contour circulaire ou ovoïde avec une paroi chromatique très nette et un gros karyosome central, parfois remplacé par plusieurs petits grains chromatiques en réseau (*n*, *fig.* 2, 4, etc.). A quelque distance au-dessus du noyau et sous la vacuole, se colore très intensément un petit corps étiré transversalement ou obliquement, souvent situé près de la surface, et duquel se détache la portion radiculaire du fouet qu'il est très facile de suivre, dans le cytoplasme, jusqu'à son point d'émergence

(*c*, *fig*. 2, 4, 7). C'est le centrosome comparable à celui des Trypanosomes (Laveran et Mesnil) et sans doute aussi au *condyle* de Dangeard chez *Polytoma uvella* Ehr ([1]).

» Ces formes monadiennes aciculées du parasite, dont les stades jeunes sont beaucoup plus massifs (*fig*. 1), se multiplient par division longitudinale. Parfois la division du noyau précède celle du centrosome; cette dernière entraîne celle du fouet, qui se dédouble *sur toute sa longueur* (*fig*. 3). En même temps le corps achève de se diviser par sa partie postérieure. Pendant la division, le corps ne présente que peu ou pas de mouvements propres, mais le fouet simple ou dédoublé continue à onduler.



» Au début de l'infection, cette reproduction de formes monadiennes est très active, car on trouve déjà dans l'estomac des jeunes larves de Nèpe des gerbes de parasites réunis par leur extrémité antérieure et renfermant un grand nombre d'individus. Puis ceux-ci se détachent et mènent une vie isolée et active sur toute la longueur de l'intestin grêle. Dans le rectum on n'en trouve plus traces.

» Formes grégariniennes. — Chez les Nèpes âgées dont l'infection est intense on rencontre, outre les formes monadiennes du parasite, les formes grégariniennes dont la plupart sont solidement fixées à l'épithélium. Elles dérivent des précédentes, chez lesquelles le fouet se raccourcit peu à peu en s'épaississant et devient une sorte de pointe mobile analogue au rostre tactile des jeunes Grégarines (*fig*. 4 et 7).

» Sous la forme grégarinienne, l'organisme est moins effilé, et un mince périplaste est plus nettement différencié. La partie antérieure par laquelle l'animal est fixé est tantôt dilatée en une ventouse du fond de laquelle surgit le prolongement tactile ou flagelle, toujours relié au centrosome par une racine colorable, tantôt rétrécie et séparée du reste du corps par une mince ligne de démarcation, comme un véritable protomérite (*fig*. 7).

» La ressemblance entre ces formes fixées du Flagellé et de jeunes Grégarines est

([1]) Dangeard, *Étude comparée de la zoospore et du spermatozoïde* (*Le Botaniste*, 1901, p. 269).

absolument frappante. La seule différence est dans l'importance du centrosome et la présence de la racine du fouet (*fig.* 6 et 7). De plus, ces formes fixées montrent un canal intestinal comme les formes monadiennes, mais j'ai signalé l'existence d'un organe analogue se terminant en cul-de-sac dans le deutomérite, chez une véritable Grégarine, l'*Aggregata cœlomica*.

» L'existence de ces formes grégariniennes chez un Flagellé typique constitue un puissant argument en faveur de l'origine flagellée des Sporozoaires que j'ai déjà soutenue et que, d'ailleurs, Bütschli avait pressentie dès 1884.

» Sous cette forme, les parasites sont fixés côte à côte, réunis en gerbes à la surface de l'épithélium (*fig.* 6). Comme dans la forme monadienne, elles se reproduisent par division longitudinale (*fig.* 5). »

BOTANIQUE. — *Sur les* Daniellia *d'Afrique occidentale et sur leurs produits résineux, leur rapport avec le* Hammout *ou encens du Soudan français.* Note de M. **Edouard Heckel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Depuis les premiers travaux sur les *Daniellia thurifera* de Bennett et de Daniell ([1]) et sur ses produits résineux, le sujet n'a plus été repris, malgré la meilleure connaissance que nous avons acquise des régions africaines tropicales où vit ce végétal avec son congénère, et, cependant, bien des faits concernant ces singulières Légumineuses et leurs produits méritent l'attention.

» Il ne paraît plus douteux aujourd'hui que les produits résineux connus dans l'Afrique tropicale occidentale sous les noms indigènes de *Bungo*, *Thiévy*, et anglais de *Frankincense*, reconnaissent deux origines végétales : le *Daniellia thurifera* Bennett et le *D. oblonga* Oliver ([2]). Le premier est plus particulièrement connu à Sierra-Leone, au Niger, en Sénégambie et à Fernando-Po; le second dans l'hinterland de nos colonies de la Guinée française (Casamance) et du Dahomey, où il coexiste, du reste, avec le premier. D'autre part, le produit de ces végétaux se confond avec la résine de *Hammout*, signalée pour la première fois

---

([1]) *Pharmaceutical Journal*, 1855, p. 251 et 400.

([2]) Il est probable que la résine récoltée à la Côte de l'Or par le capitaine Moloney sous le nom de *Ogea Gum*, et servant aux mêmes usages indigènes que la *Frankincense* de Sierra-Leone, doit être rapportée à cette dernière espèce.

en 1894 (*Annales de l'Institut colonial de Marseille*, 2e année, p. 395 et suivantes) par feu le Dr Rançon dans son magnifique *Voyage d'Exploration scientifique en Haute-Gambie*, et il était intéressant de savoir s'il y avait communauté d'origine entre ces deux encens. Enfin, il importait de connaître à l'aide de quels organes cette sécrétion résineuse était réalisée dans les *Daniellia*, ce que n'ont indiqué ni Daniell ni Bennett. Mes recherches ont porté sur ces divers points en vue de les élucider.

» 1° Les *Daniellia* peuvent se ranger à côté des *Hymenæa*, des *Myroxylon* et des *Copaifera*, toutes Légumineuses bien connues comme pourvues de canaux sécréteurs dans divers tissus de leurs organes. Mais, ici, ils sont localisés dans l'écorce et dans la moelle, ce qui les distingue nettement des trois genres que je viens de nommer. Dans les Copahus, en effet, d'après M. Guignard, ces canaux existent dans l'écorce (primaire au moins), dans le bois et dans la moelle de la tige; dans les *Myroxylon*, qui donnent le baume de Tolu et du Pérou, et dans les *Hymenæa* (à Copal), ils sont localisés dans l'écorce. La situation de ces canaux dans *Daniellia* est donc intermédiaire (écorce et moelle) : elle vient combler une lacune qui permet d'établir un parallèle complet entre la disposition de ces organes dans les Légumineuses et dans les Térébinthacées, deux familles à affinités éloignées. Trécul a, en effet, établi, et M. Jadin l'a confirmé, que les canaux sécréteurs des Térébinthacées sont localisés tantôt dans l'écorce seulement, tantôt dans l'écorce et la moelle, tantôt enfin simultanément dans l'écorce, le bois et la moelle.

» Dans les tiges et rameaux des *Daniellia*, les canaux sécréteurs placés en dehors des îlots scléreux de l'écorce sont d'origine schizogène; mais ils disparaissent dans les écorces vieillies. A un certain âge, on les trouve comblés par un tissu parenchymateux, la fonction des cellules bordantes cessant de se produire. Seuls, les canaux sécréteurs de la périphérie de la moelle continuent à fonctionner régulièrement et abondamment. Ce fait anatomique explique la nécessité du creusement des galeries par l'insecte *Cumbo*, signalé par Bennett, pour permettre à la résine, dès lors souillée par les débris végétaux, de se faire jour au dehors de l'écorce. Cette résine, ainsi abondamment mêlée de ligneux, ne renferme ni acide benzoïque ni acide cinnamique, mais seulement une huile essentielle très parfumée; le produit est donc une oléorésine comme celui des *Copaifera*.

» 2° Ainsi constitué, le produit des *Daniellia* se rapproche très sensiblement de celui qui est connu sur les marchés du Soudan français (Bakel, Kayes) et même de Saint-Louis sous le nom de *Hammout*. Ce *Hammout* se trouve là sous une forme unique; il est tassé en boules, couleur chocolat, dans des coques dures et sphériques privées de leur calotte supérieure et provenant des fruits du *Strychnos innocua* Delile, connu au Soudan sous le nom de *Cantacoula*. Cette résine, telle que je l'ai reçue du Dr Rançon, de la Haute-Gambie (Ferlo-Baliniama), concorde bien avec celle de M. Chevalier, provenant de la Casamance (Guinée française) et celle de M. Poisson, récoltée au Dahomey.

» Mais, néanmoins, il semble que cette résine se trouve mêlée dans les boules de

Cantacoula au produit d'un *Balsamodendron* qui répond bien au *B. africanum* Arn. (*Heudelotia africana* G. et Perr.).

» Deux raisons me portent à considérer ce fait comme acquis : la première est la certitude ([1]) que l'arbre producteur du *Hammout*, décrit par Rançon, et que j'avais indiqué dans mes annotations du *Voyage en Haute-Gambie* comme étant voisin de celui qui produit le *Bdellium* d'Afrique, est bien ce que j'avais prévu et écrit dans cet Ouvrage (p. 395) sur l'examen des seuls rameaux sans fleurs ni fruits; la seconde est basée sur cet autre fait que la résine ou encens de *Hammout* renferme souvent de la gomme comme le *Bdellium* d'Afrique, tandis que le produit pur des *Daniellia* n'en renferme pas, ainsi qu'il résulte de l'examen des produits recueillis au Soudan par M. A. Chevalier et par M. E. Poisson au Dahomey.

» Le *Hammout* est l'objet d'un commerce assez important dans tout le Soudan français où il est apprécié, en tant que parfum, par les femmes indigènes et considéré comme une véritable panacée à titre de désinfectant, anticatarrhal, stimulant des fonctions cérébrales, etc. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'influence sismique des plissements armoricains dans le nord-ouest de la France et dans le sud de l'Angleterre.* Note de M. F. de Montessus de Ballore, présentée par M. de Lapparent.

« La présente Note a pour but de montrer comment l'instabilité se répartit au regard des plissements armoricains post-carbonifériens, qui sont le trait géologique fondamental du territoire, maintenant morcelé, constitué par l'Irlande sud-ouest, la côte nord du canal de Bristol, la Cornouaille et le massif primaire français (Bretagne, Cotentin et Vendée). Il convient d'observer tout d'abord qu'il ne s'agit pas d'expliquer ici l'existence individuelle des nombreux épicentres sporadiques disséminés sur toute cette surface, mais seulement de justifier le groupement des plus riches en séismes. Pour les autres, pauvres et isolés, on peut le plus souvent trouver au voisinage un accident géologique particulier auquel on les attribuera plus ou moins plausiblement, mais ce sont là des études de détail, à traiter dans un Mémoire actuellement sous presse.

([1]) Cette certitude résulte de l'examen comparatif auquel a bien voulu procéder, sur ma demande, M. le professeur Jadin, de l'Université de Montpellier, dont la monographie anatomique des Térébinthacées est bien connue. Ce savant Collègue m'écrit : « C'est bien le *Commiphora africana* Engler (*Balsamodendron africanum* Arnott) auquel appartient la tige que vous m'avez envoyée. J'ai remarqué surtout que cette espèce a une tendance à développer des masses scléreuses alternant avec les canaux sécréteurs du *liber* primaire, masses scléreuses qui relient entre eux les amas fibreux du péricycle et qui englobent ces fibres. »

» Les plissements armoricains ont vu leurs synclinaux occupés par la mer dans les rias de l'Irlande sud-ouest parfaitement stable, mais les prolongements de ces plissements dans le comté de Cork présentent quelques épicentres pauvres qu'il faut leur attribuer plutôt qu'aux failles bordières du carboniférien du centre de l'île. Ces plis se retrouvent dans le sud-ouest du Pembrokeshire et y causent d'importants séismes dans la presqu'île d'Harverfordwest, le long de la côte nord du canal de Bristol et jusque dans les Mendip Hills. Cet accident géologique important disparaît à Frome sous la couverture secondaire postérieure, mais se prolonge au sud du bombement wealdien par les South Downs et, interrompu par la Manche, réapparaît en France. Toute cette ligne est jalonnée d'épicentres assez importants, de même aussi que son prolongement français dans le Boulonnais et jusqu'en Belgique.

» La presqu'île de la Cornouaille est assez instable des îles Scilly au Dartmoor, et les épicentres y sont nettement alignés le long des plissements armoricains. Les injections métallifères ne paraissent, pas plus qu'en Saxe, avoir aucune influence sismique par les cassures qu'elles ont remplies, et qui ont été ainsi consolidées par le filonnement lui-même. Les dykes d'elvan font toutefois exception.

» Dans le massif français correspondant, les rias du Finistère sont stables, ainsi que le grand synclinal breton central. Mais le grand anticlinal du nord (pays de Léon, montagnes d'Arrée, Menez, bruyères de Clécy, rides de Vire et de Domfront) présente un nombre notable d'épicentres. Les îles normandes sont assez instables, et l'on peut y voir à la rigueur un reste d'activité de la fracture volcanique ancienne du Trégorois et de Jersey, en avant du plissement septentrional, à moins qu'on ne songe à invoquer les mouvements du golfe du mont Saint-Michel, ce qui me semble d'ailleurs moins plausible. L'instabilité ne va pas plus loin dans l'est, et l'on connaît la remarquable fixité des environs de Valognes depuis des temps très reculés.

» Pas plus que dans la Cornouaille, dans l'Irlande sud-est et dans la Vendée, les intrusions granitiques ne coïncident en Bretagne avec des épicentres de quelque importance.

» L'anticlinal breton du sud est, jusqu'à la Loire, beaucoup plus stable que celui du nord, et le sillon de Bretagne semble l'avoir encore plus consolidé dans l'ouest. Mais au delà du fleuve, ses prolongements vendéens du Bocage et de la Gâtine redeviennent assez instables au sud, de Paimbeuf à la Roche-sur-Yon, et surtout au nord, de Nantes à Parthenay. La faille dans laquelle s'est effondrée entre ces plissements la traînée des paquets carbonifériens de Grand'Lieu à Vouvant joue aussi un rôle considérable dans les séismes de la Vendée. Enfin, Angers et ses environs connaissent des tremblements de terre qu'on doit imputer à l'allure si tourmentée du silurien du voisinage.

» On notera que nulle part il ne résulte d'instabilité à la suite des actions qui ont démantelé l'ancien massif et ouvert le canal d'Irlande et la Manche, non plus qu'en conséquence de celles qui ont ici ou là relevé ou abaissé les lignes de rivage, même depuis les temps historiques. Cette constatation se fait identique en de nombreux points de la surface du globe. C'est qu'il s'agit là d'actions trop superficielles, tandis que les plissements peuvent avoir de profondes racines.

» *En résumé*, les plissements armoricains ont, malgré leur ancienneté, conservé un reste de vitalité sous la forme de séismes relativement assez

fréquents, peu intenses, et à épicentres nombreux. Soit dit en passant, c'est le contraire de ce qui a lieu pour les plissements calédoniens, leurs aînés, qui sont stables, et avec lesquels ils sont associés le long de la côte nord du canal de Bristol. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une application nouvelle du principe de la chronophotographie et sur la construction des Cartes d'isonomales barométriques pour servir à l'étude cinématographique des mouvements généraux de l'atmosphère.* Note de M. P. GARRIGOU-LAGRANGE, présentée par M. Mascart.

« La chronophotographie a déjà rendu de grands services en permettant l'analyse des mouvements d'objets et d'êtres vivants. Elle peut également servir à l'étude de mouvements d'un autre genre, qui par leur nature ne peuvent être photographiés. Tels sont les phénomènes que l'on représente sur une surface par des courbes d'égale cote obtenues à l'aide des valeurs d'un même élément relevées simultanément en divers points de la surface considérée.

» Je prendrai pour exemple les Cartes du temps, que l'on dresse avec les hauteurs barométriques et où sont figurées les courbes d'égale pression, dont les sinuosités et les inflexions varient d'un instant à l'autre. Il est clair que si, dans un intervalle de temps donné, nous avions un nombre suffisamment grand de ces Cartes, nous pourrions les considérer comme autant de photographies instantanées représentant les diverses phases d'un mouvement.

» A la suite de divers essais, dont les premiers remontent au Congrès de l'Association française à Caen en 1894, j'ai reconnu la nécessité de considérer des Cartes établies, non point avec les valeurs elles-mêmes des phénomènes, mais avec leurs écarts par rapport à leurs valeurs moyennes.

» D'autre part, et pour déterminer dans une première étude le sens des transformations générales et des grands mouvements de l'atmosphère, il convenait de simplifier les phénomènes et d'éliminer leurs variations accidentelles.

» J'y suis parvenu en relevant sur les Cartes journalières du Signal Office de Washington la pression barométrique pour 252 points également répartis à la surface de l'hémisphère boréal et en disposant, pour chaque point, ces pressions de façon à en déduire les moyennes entre-croisées pour un petit nombre de jours, et à calculer les écarts de ces valeurs par rapport aux moyennes également entre-croisées pour un nombre de jours beaucoup plus grand.

» A l'aide de ces valeurs et en interpolant graphiquement le nombre de situations intermédiaires nécessaires, j'ai obtenu des séries de Cartes semblables à celles que j'ai l'honneur de présenter et qui constituent de véritables cinématographes à main.

» Sans vouloir insister sur les résultats d'une étude encore trop peu avancée,

l'examen de ces Cartes et leur succession rapide montrent clairement, sur de vastes régions de l'hémisphère et parfois sur l'hémisphère entier, des mouvements ordonnés, s'effectuant dans des sens et dans des directions nettement déterminés.

» Je puis donc conclure que nous sommes en possession d'une méthode nouvelle qui paraît susceptible de fournir des résultats intéressants dans l'étude des mouvements de l'atmosphère, et qui pourrait être appliquée en divers autres problèmes de Physique. »

M. I. Amann adresse un Mémoire sur « la dépression de la tension superficielle des urines pathologiques ».

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 mars 1902.

1851-1901. *Cinquantenaire scientifique de* M. Berthelot, 24 *novembre* 1901. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-4°.

Cours de Mécanique à l'usage des candidats à l'École Centrale des Arts et Manufactures, par M. P. Appell, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Histoire des Mathématiques dans l'antiquité et le moyen âge, par H.-G. Zeuthen. Édition française, revue et corrigée par l'auteur, traduite par Jean Mascart. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Appell.)

Traité de Chimie organique d'après les théories modernes, par Auguste Béhal, précédé d'une préface de M. Ch. Friedel, Membre de l'Institut; 2e édition, corrigée et très augmentée. Paris, Octave Doin, 1901-1902; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Haller.)

Recherches expérimentales sur la sécrétion interne des reins, par Alex.-N. Vitzou. Bucarest, Charles Göbl, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

Notice sur les titres et travaux scientifiques du Dr Léon Labbé. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 fasc. in-4°.

Quelques vérités, œuvre populaire, par Ed. Dromart. Paris, Soc. des Éditions scientifiques, 1897; 1 vol. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

Comité international des Poids et Mesures : Procès-verbaux des séances; 2e série, t. I : *Session de* 1901. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-8°.

Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. Annuaire pour l'année 1902. Paris, typ. Philippe Renouard, 1902; 1 fasc. in-12.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. G. Darboux, É. Picard et J. Tannery; 2e série, t. XXVI, janvier 1902. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 fasc. in-8°.

Mémoires et Comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France; 55e année, 6e série, n° 1. Bulletin de janvier 1902. Paris, hôtel de la Société; 1 fasc. in-8°.

La Semaine pharmaceutique, journal professionnel d'actualités et d'information, paraissant le dimanche; 1re année, nos 1, 14, 25-28. Paris, 1901; 5 fasc. in-4°.

Observatorio de Marina de San Fernando. Carta fotografica del cielo : zona 9; nos 4, 77, 78, 87, 90, 93, 108, 142. 8 feuilles raisin.

Das Parallelenproblem oder Beweis des elften euklidischen Axioms als Lehrsatzes, von Karl-Theodor-Eduard Gronau. Hagen, 1902; 1 fasc. in-8°.

Ricerche intorno all'origine del genere umano; studio del dottor Vicenzo Massimi : capitolo 3°. Ascoli, 1902; 1 fasc. in-16.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo, t. XVI, fasc. I et II, anno 1902. Palerme, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

Bergens Museum aarsberetning for 1901. *Beretninger afgivne til generalforsamlingen den* 27 *de februar* 1902. Bergen, 1902; 1 fasc. in-8°.

Comptes rendus des séances de la treizième Conférence générale de l'Association géodésique internationale, réunie à Paris du 25 *septembre au* 6 *octobre* 1900; rédigés par le Secrétaire perpétuel H.-G. van de Sande Bakhuyzen; vol. II : *Rapports spéciaux et Mémoires scientifiques.* Berlin, Georg Reimer, 1901; 1 vol. in-4°.

Memoirs of the national Academy of Sciences; vol. VIII. Washington, 1898; 1 vol. in-4°.

Commission géologique du Canada; G.-M. Dawson, Directeur : *Rapport annuel,* accompagné de 4 Cartes h. t. Nouvelle série, vol. X, 1897. Ottawa, 1901; 1 vol. in-8°.

Bibliothèque géologique de la Russie, 1897. Édition du Comité géologique. Saint-Pétersbourg, 1901; 1 vol. in-8°.

Bulletin du Comité géologique; t. XIX, nos 7-10, année 1900; t. XX, nos 1-6, année 1901. Saint-Pétersbourg, 1900-1901; 9 fasc. in-8°.

Mémoires du Comité géologique; vol. XVIII, nos 1 et 2. Saint-Pétersbourg, Eggers et Cie, 1901; 2 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou; année 1901, nos 1 et 2. Moscou, 1 fasc. in-8°.

Verhandlungen der russisch-kaiserlichen mineralogischen Gesellschaft zu Saint-Petersburg; 2e série, Bd. XXXIX, Lief. 1. Saint-Pétersbourg et Moscou, 1901; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 mars 1902.

Éléments de Cinématique et de Mécanique, conformes au programme d'admission à l'École Centrale des Arts et Manufactures, par M. Maurice Levy, Membre de l'Institut. Paris, E. Bernard et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Ministère des Travaux publics. *Nivellement général de la France, réseau fondamental, répertoire graphique définissant les emplacements et altitudes des repères : Opérations effectuées pendant les campagnes de* 1890, 1891 *et* 1892. Nantes, imprimerie du Commerce, 1901; 1 vol. in-4°.

Méthode de M. G. Bienaimé pour trouver le rendement d'une dynamo par la méthode des pertes séparées, au moyen d'une source auxiliaire d'électricité de voltage moindre que celui de la dynamo considérée. Lille, impr. L. Danel, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Conservation des fruits, par T. Husnot. Caen, impr. Ve A. Domin, 1902; 1 fasc. in-8°.

Les prés et les herbages, contenant la manière d'étudier les plantes et de les conserver, les descriptions, figures et qualités des 75 meilleures plantes fourragères et de leurs graines, la création et l'entretien des prairies et la description d'un nouveau procédé pour la conservation des fruits, par T. Husnot. Chez l'auteur à Cahan, par Athis (Orne), 1902. (Hommage de l'Auteur.)

Du vêtement, étude de Physique biologique, par le Dr J. Bergonié. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Ministère de l'Instruction publique. *Bulletin mensuel du Bureau central de Météorologie de France,* publié par M. E. Mascart, Membre de l'Institut; année 1902, n° 1, janvier. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; n° 159, livraison du 15 mars 1902. Paris, Paul Dupont; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 10e série, t. I. Toulouse, impr. Douladoure-Privat, 1901; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen; 36e année, 4e série, 1er et 2e semestres 1900. Rouen, impr. Julien Lecerf, 1901; 1 vol. in-8°.

O Aquario Vasco da Gama. Relatorio apresentado a sua Exa o Ministro da Marinha e ultramara sobre o estado d'este estabelecimento e a sua reorganizaçào, por Armando da Silva. Lisbonne, Imprimerie nationale, 1901; 1 fasc. in-8°.

Sull' excursione diurna della declinazione magnetica à Milano in relazione col periodo delle macchie solari. Risultati di osservazioni eseguite nel R. Osservatorio di Brera. Nota del S.-C. Michele Rajna. (Extr. de *Rendiconti del R. Ist. Lomb. di sc. e lett.,* série II, vol. XXXV, 1902.) 1 fasc. in-8°.

Contribution à l'étude des pertes d'énergie dans les diélectriques, par Paul-L. Mercanton. Lausanne, Corbaz et Cie, 1902; 1 fasc. in-8°.

Das Nickelsthal-Compensationspendel, von Dr S. Riefler. Munich, 1902; 1 fasc. in-8°.

Observatoire royal de Belgique. Annuaire météorologique pour 1902, publié par les soins de A. Lancaster. Bruxelles, Hayez, 1902; 1 vol. in-16.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er avril 1902.

Sur la possibilité d'édifier la Géométrie euclidienne sans le postulatum des parallèles, par Edmond Bordage. Saint-Denis (Réunion), 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Circulation des étoiles autour de leur axe de figure, par A. Duponchel. Paris, chez l'Auteur, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Manuel du fabricant de vernis, par Ch. Coffignier. Paris, Bernard Tignol, s. d.; 1 vol. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

Elementary principles in statistical mechanics, developed with especial reference to the rational foundation of thermodynamics, by J. Willard Gibbs. New-York et Londres, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La détermination des diviseurs de grands nombres, par F.-J. Vaes. Rotterdam, 1902; 3 fasc. in-8°.

Le remplissement de l'espace par des corps réguliers et semi-réguliers, par F.-J. Vaes. Rotterdam, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Recherches expérimentales sur les causes de l'ascension de la sève dans les arbres, par Max Jantzen. Genève, 1902.

Trois Opuscules par le Dr Giovanni Rossi, intitulés : *Sulla locomozione dei Miriapodi. — Sulla resistenza dei Miriapodi all' asfissia. — Sulla organizzazione dei Miriapodi.* 2 fasc. in-8° et 1 fasc. in-4°. (*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 24 mars 1902.)

Note de M. *Maurice Lugeon*, Sur la coupe géologique du massif du Simplon :

Page 727, ligne 8, *au lieu de* Hannstock, *lisez* Hausstock.
Même page, ligne 28, *au lieu de* bassin, *lisez* Tessin.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 AVRIL 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la mort de M. *Alfred Cornu*, Membre de la Section de Physique, décédé le 12 avril à la Chansonnerie, près Romorantin, s'exprime comme il suit :

« Messieurs et chers Confrères,

» L'Académie des Sciences vient de faire une grande perte. M. Cornu est mort vendredi, emporté rapidement par une maladie que rien ne pouvait faire prévoir se terminer aussi douloureusement. Notre confrère était relativement jeune; entré en 1860 à l'École Polytechnique, il avait été nommé Membre de notre Académie en 1878, à l'âge de 37 ans.

» Professeur très aimé à l'École Polytechnique, donnant chaque année au Bureau des Longitudes des Notices écrites dans une langue parfaite, il meurt en pleine production scientifique, laissant derrière lui des parents et des amis éplorés, et dans le monde savant des regrets universels. »

La séance est levée en signe de deuil, après le dépouillement de la Correspondance.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSICO-CHIMIE. — *Recherches sur les forces électromotrices;* par M. **Berthelot**.

« On sait d'une manière générale qu'entre la chaleur qui correspond à la *force électromotrice* E d'une pile et la *chaleur chimique apparente*, qui serait dégagée en dehors de la pile par la réaction dont la pile est le siège, dans les mêmes conditions d'ailleurs, il existe une différence qui dépend

de la *variation d'entropie* entre le système des corps initiaux et celui des corps finaux, étant admise l'hypothèse fondamentale de la réversibilité des réactions. Cette différence est exprimée par la formule

$$E - Q = T \frac{dE}{dT}.$$

» La quantité Q, comparée au travail de la force électromotrice, c'est-à-dire à la *chaleur voltaïque*, représente une certaine somme d'effets, dont un seul en réalité répond à la *combinaison chimique proprement dite* : soit, dans le cas le plus simple, la réaction qui associe l'hydrogène et l'oxygène libres, pour former l'eau pure; ou bien encore le chlore libre et le potassium libre, pour former le chlorure de potassium cristallisé. Une semblable chaleur de combinaison, indépendante de toute complication due à l'action d'un dissolvant tel que l'eau, est la seule, à proprement parler, qui mérite le nom de *chaleur chimique véritable*.

» Précisons davantage, pour éviter tout malentendu.

» Les trois notions de chaleur chimique véritable, chaleur chimique apparente, chaleur voltaïque, répondent à des définitions différentes, et il importe de distinguer, par une analyse méthodique, des phénomènes que l'on a pris l'habitude d'envisager en bloc. Si l'on veut rendre vraiment comparables entre elles les chaleurs de combinaison des divers éléments pour former leurs composés, il est nécessaire aussi de rapporter tous les corps qui y concourent à un état identique, tel que l'état solide, ou bien encore l'état gazeux à volume constant; en écartant les différences résultant des chaleurs de vaporisation, de fusion, de dissolution et, s'il y a lieu, de dissociation chimique partielle, ainsi que des travaux extérieurs. C'est à cette définition de la chaleur chimique véritable que se rapporte le principe du travail maximum, et non à la chaleur chimique apparente avec laquelle on l'a souvent confondue, par suite d'une erreur parfois systématique.

» La chaleur chimique apparente, c'est-à-dire la quantité mesurable directement, dans des conditions qui peuvent être quelconques, est une résultante beaucoup plus compliquée, parce qu'elle comprend, non seulement la chaleur de transformation provenant des composants chimiques rapportés à un même état physique, telle qu'elle vient d'être définie, mais en même temps les chaleurs correspondant au changement des gaz en liquides, au changement des solides en liquides, à la dissolution dans l'eau (ou autre liqueur) des gaz, des liquides et des solides, enfin les travaux

extérieurs résultant des changements de volume et de pression, dans le cas des gaz en particulier. La chaleur de dissolution introduit des complications toutes spéciales, étrangères à la combinaison des éléments envisagés isolément, tels que la chaleur de combinaison des corps composants et des corps résultants avec l'eau (ou tout autre dissolvant), pour constituer des hydrates (ou composés analogues), subsistant dans l'état dissous; sauf à en retrancher les chaleurs de dissociation chimique des corps dissous et, en particulier, celles de leurs hydrates, suivant la proportion réelle de dissociation chimique de chacun d'eux. Ces variations de la constitution chimique des dissolutions se traduisent dans l'étude de leurs chaleurs spécifiques, de leurs conductibilités électriques et de la plupart de leurs propriétés. Mais l'examen détaillé de cette constitution est encore peu avancé, malgré l'intérêt qu'elle présente pour la Mécanique chimique.

» Dans tous les cas, on sait qu'une portion de la chaleur mise en jeu au cours de ces phénomènes n'est pas utilisable dans les transformations chimiques; c'est ce que l'on appelle l'*entropie*. Il convient dès lors, dans toute comparaison des quantités de chaleur qui y sont dégagées, d'en retrancher la *différence des entropies*, à chaque température, *entre le système des corps composants* et le *système des corps composés* : c'est-à-dire la différence des sommes

$$\int \frac{dQ}{T} - \int \frac{dQ'}{T}.$$

» En fait, tandis que cette différence est parfois considérable pour la chaleur chimique apparente; au contraire, pour la chaleur chimique véritable, les sommes précédentes étant rapportées à l'état solide, une semblable différence est d'ordinaire nulle ou très petite, pendant un intervalle étendu de température, entre la somme des entropies des corps composant le système initial et la somme de celles des corps qui composent le système final.

» Venons à la chaleur voltaïque. Dans son estimation intervient la chaleur chimique apparente, diminuée de la différence des entropies entre le système initial et le système final. Rappelons d'ailleurs que la chaleur mise en jeu dans les expériences électrolytiques se compose de deux portions : l'une variable, devenue libre par l'effet des résistances, l'autre consommée en développant une force électromotrice déterminée par la réaction chimique d'électrolyse. C'est à cette dernière que répond la chaleur voltaïque. En principe, elle correspond surtout à la chaleur chimique; mais elle comprend, en même temps que le travail de la sépa-

ration des éléments dans la combinaison envisagée isolément, et spécialement dans l'état solide, un certain nombre des travaux complexes relatifs aux changements d'état, et notamment à l'état de dissolution.

» En raison de cette circonstance, la chaleur voltaïque n'est identique ni à la chaleur chimique apparente, ni à la chaleur chimique véritable, telle que je l'ai définie.

» On conçoit dès lors que les variations d'entropie de systèmes initiaux et finaux aussi complexes, et, par conséquent, le terme $T\frac{dE}{dT}$ dans l'électrolyse, puissent présenter toutes sortes de valeurs positives ou négatives.

» Il comprend tous les changements d'état physiques et chimiques susceptibles de se produire, non seulement à la température actuelle des expériences, mais sur tous les corps mis en réaction, depuis le zéro absolu jusqu'à cette température actuelle, et notamment la formation et la dissociation partielle ou totale des composés connus ou inconnus entre les corps réagissants et entre ces corps et leurs dissolvants, c'est-à-dire des composés qui prennent naissance ou se décomposent pendant cet intervalle de température.

» C'est pourquoi l'on a pu constater que la chaleur voltaïque pouvait être tantôt égale à la chaleur chimique apparente, tantôt plus petite, tantôt au contraire plus grande.

» Entrons à cet égard dans quelques détails, pour montrer les causes de ces divergences. La chaleur voltaïque pourra être égale à la chaleur chimique apparente, si les changements d'état physiques du système initial et du système final sont de même nombre et compensés pour les corps de même fonction, le nombre des molécules et leur condensation demeurant les mêmes; si, de plus, les chaleurs spécifiques moléculaires de la dissolution initiale et de la dissolution finale sont égales; enfin, dans les cas plus compliqués, si l'état de dissociation des deux systèmes est pareil.

» En effet, en écartant les quantités de chaleur mises en jeu dans les changements d'état physiques et les dissociations, et si l'on admet en outre que la somme des chaleurs spécifiques est la même dans le système des corps initiaux et dans le système des corps finaux, la différence d'entropie entre ces deux systèmes à une température T, soit

$$\int\frac{dQ}{T}-\int\frac{dQ'}{T}$$

est nulle : la chaleur voltaïque sera dès lors proportionnelle à la chaleur

chimique apparente; celle-ci étant d'ailleurs la somme de deux quantités, la chaleur non compensée et la chaleur compensée, et chacune de ces quantités variant proportionnellement, dans les cas dont il s'agit. Une condition de ce genre paraît réalisée approximativement dans l'élément Daniell, par exemple, c'est-à-dire dans l'élément zinc-cuivre, ou bien dans l'élément zinc-cadmium, les deux métaux étant en présence de leurs sulfates dissous; les chaleurs spécifiques des dissolutions des sulfates de zinc et de cuivre étant sensiblement égales pour le même rapport entre le nombre de molécules du sel et de l'eau qui le dissout, d'après les mesures de Marignac :

	$50H^2O$.	$100H^2O$.	$200H^2O$.
SO^4Zn...........	0,841	0,908	0,950
SO^4Cu..........	0,842	0,915	0,953

» Mais il ne saurait en être de même dans les cas où les changements d'état physiques des corps correspondants sont en nombre différent; comme il arrive dans une pile où l'on oppose, par exemple, l'argent et le chlorure d'argent, corps insolubles, au zinc, corps insoluble, et au chlorure de zinc, corps soluble : la réaction qui détermine la force électromotrice tendant à remplacer le chlorure d'argent, corps insoluble, par le chlorure de zinc, corps soluble. En outre, le phénomène se complique, parce que la dissolution du chlorure de zinc a lieu avec dégagement de chaleur, par suite de sa combinaison avec l'eau. La chaleur apparente dégagée croît ainsi de $+3^{Cal},7$ lorsque la dose d'eau en présence varie de $20H^2O$ à $100H^2O$, et la force électromotrice augmente dans le même sens. Ici il n'y a compensation ni entre les changements d'état, ni entre les chaleurs spécifiques. On conçoit dès lors que la chaleur voltaïque soit inférieure à la chaleur chimique.

» Elle pourrait être plus grande, si une dissolution ou une transformation d'un solide en liquide, accomplie dans l'intervalle qui sépare le zéro absolu de la température ordinaire, avait eu lieu avec absorption de chaleur; ou bien si un sel métallique formait des sels basiques, etc.; ou bien encore si quelque composé formé par électrolyse, en vertu d'une réaction simple, se dédoublait ensuite par dissociation spontanée plus ou moins rapide : par exemple l'oxyde mercureux, en mercure et oxyde mercurique; un sel mercureux ou mercurique, en sel acide soluble et sel basique insoluble; un carbonate métallique normal insoluble, tel que le carbonate de cuivre, en carbonate basique et acide carbonique; ou bien encore lorsqu'un carbonate soluble, à base de potasse ou de soude, mis en présence

d'un sel ammoniacal stable, tel qu'un azotate ou un chlorhydrate, se transforme en carbonate d'ammoniaque dissocié à un degré beaucoup plus avancé ([1]), etc. Toutes ces dissociations s'accomplissent avec des absorptions de chaleur dans lesquelles la chaleur voltaïque ne joue d'ordinaire aucun rôle. A cet ordre d'effets appartient aussi la formation des hydrates dissous, au cours des réactions, avec accroissement ou diminution de l'état de dissociation des systèmes qui les ont précédés et, par suite, avec dégagement ou absorption d'une chaleur étrangère à la réaction voltaïque proprement dite; phénomènes qui jouent un rôle analogue à celui de la dissociation de l'hydrate cristallisé du sulfate de soude dans les mélanges réfrigérants ([2]).

» Les effets de ces phénomènes divers, accomplis depuis le zéro absolu jusqu'à la température ordinaire, se trouvent réunis et confondus dans l'évaluation des différences d'entropie. Il serait cependant de la plus haute importance d'en exécuter une analyse exacte, pour l'intelligence des réactions accomplies dans les conditions ordinaires, et plus spécialement dans les réactions électrolytiques.

» J'essaierai de le faire, dans les limites où la chose est possible, en exposant les expériences nouvelles que j'ai réalisées pour approfondir l'étude des forces électromotrices développées par des éléments de pile constitués à l'aide de simples mélanges liquides : sans recourir d'ailleurs, comme on le fait en général, à l'attaque des métaux libres, ou des sels métalliques proprement dits; et pour définir les relations entre ces forces électromotrices et les quantités de chaleur développées par de semblables mélanges.

» Mes expériences ont porté sur les systèmes suivants :

» 1° Réaction d'un acide libre sur une base libre, telle que la soude ou l'ammoniaque;

» 2° Réaction d'un acide sur son sel de soude ou d'ammoniaque;

» 3° Réaction d'une base alcaline dissoute, telle que la soude ou l'ammoniaque, sur le sel qu'elle forme avec un acide;

» 4° Réaction d'un acide sur le sel d'un autre acide et spécialement sur le bicarbonate de soude;

» 5° Action réciproque de deux dissolutions inégalement concentrées d'un même sel;

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 712 et p. 232 et suivantes.

([2]) *Ibid.*, t. II, p. 449 et 451.

» 6° Influence de l'atmosphère gazeuse et spécialement de l'hydrogène sur les électrodes, avec application à la pile de Grove.

DISPOSITIF.

» Indiquons d'abord brièvement le dispositif de ces expériences, au point de vue de la mesure des forces électromotrices et surtout au point de vue de la constatation effective des décompositions électrolytiques que ces forces déterminent.

» L'une des liqueurs était placée dans un vase cylindrique extérieur, l'autre dans un vase poreux ([1]) intérieur; le tout disposé de la façon d'une pile de Daniell et constituant les deux pôles positif et négatif d'un élément de pile.

» Le rapport de volume des liquides initiaux était celui de 5 : 1; par exemple 250^{cm^3} dans le vase extérieur, 50^{cm^3} dans le vase intérieur. Les composés *additionnels*, dans les cas de réactions complexes, étaient pris respectivement sous les volumes de 50^{cm^3} (vase extérieur) et 10^{cm^3} (vase intérieur). On employait comme *électrodes* des lames de platine épaisses de $0^{mm},02$ et dont chaque surface représentait 20^{cm^2}; l'une, placée dans le vase intérieur, l'autre dans le vase extérieur, et aussi rapprochées que possible. Chaque élément de pile était posé sur un carré épais de paraffine préalablement fondue, et ses surfaces extérieures maintenues bien sèches. Toute la *pile* était ainsi maintenue *isolée* avec grand soin et cet isolement vérifié de deux façons : d'abord par la constance de la force électromotrice durant quelques minutes, et, en second lieu, par la proportionnalité exacte de la force électromotrice de douze éléments, rapprochée de celle des deux éléments qui servaient à la mesure première.

» Dans ces éléments de pile, le *siège de l'action chimique* qui produit la force électromotrice n'est pas sur les électrodes métalliques, comme dans les piles ordinaires, fondées sur l'attaque des dits électrodes (zinc, cuivre, fer, argent, etc.); mais il réside dans la *paroi du vase poreux*. C'est là que les liquides opposés viennent en contact.

» La concentration des liqueurs employées répondait en général au poids *équivalent* de l'acide avec la base, ou du sel exprimé en grammes et

---

([1]) Préalablement purifié par des digestions successives et prolongées, avec les acides chorhydrique et nitrique étendus, puis avec l'eau, jusqu'à absence de réaction acide, de chlorures et de composés solubles.

dissous dans 5^g de liqueur, $\frac{E}{5}$; soit $\frac{HCl}{5}$, $\frac{C^3H^6O^3}{5}$ (acide lactique); $\frac{SO^4H^2}{10}$, $\frac{C^2H^2O^4}{2}$ (acide oxalique); $\frac{NaOH}{5}$, $\frac{NaCl}{5}$, $\frac{SO^4Na^2}{10}$.

» Dans le cas des composés appartenant à d'autres fonctions, on prenait le *poids moléculaire* exprimé en grammes : $\frac{H^2O^2}{5}$ (eau oxygénée); $\frac{C^6H^6O^6}{5}$ (glucose); $\frac{C^6H^6O^3}{5}$ (pyrogallol), etc.

» On a *mesuré la force électromotrice* par la méthode bien connue de dérivation, avec deux boîtes de résistances susceptibles d'indiquer des dix-millièmes de volt. On opposait les éléments de pile à un ou plusieurs éléments Daniell, suivant les cas. On attendait quelques minutes, après l'introduction des liquides dans leurs vases respectifs, afin d'établir un régime d'osmose régulier, puis on fermait le courant; mais on ne le maintenait fermé que pendant le temps strictement nécessaire pour exécuter les mesures. Chaque mesure était répétée deux ou trois fois. En général, les variations de la force électromotrice étaient assez lentes pour ne pas être bien sensibles pendant la durée de plusieurs minutes.

» Les calculs ont été établis d'après les données suivantes : 1 élément Daniell valait environ $1^{volt},06$ dans les conditions des essais. Le volt a été admis comme répondant à $23^{Cal},6$, sensiblement.

SYSTÈMES DE PILES ÉTUDIÉS.

» 1° *Action d'un acide libre sur une base libre.* — La base est placée dans le vase intérieur, qui devient le pôle négatif, et l'acide dans le vase extérieur (pôle positif).

	Valeur trouvée.	Valeur calculée d'après les chaleurs de neutralisation.
	volt	volt
$NaOH + HCl$, 1 élément	0,45	0,58
$NaOH + AzO^3H$	0,56	0,58
$NaOH + SO^4H^2$	0,60	0,67
$NaOH + C^2H^4O^2$ (acide acétique)	0,48	0,56
$NaOH + C^3H^6O^3$ (acide lactique)	0,49	0,56
$NaOH + C^2H^2O^4$ (acide oxalique)	0,46	0,59
$NaOH + CH^2O^2$ (acide formique)	varie de 0,011 à 0,07 (polarisation)	
$AzH^3 + HCl$	0,38	0,53

» Le voltage de ces piles baisse assez rapidement, mais non instantanément.

» Observons d'abord que les forces électromotrices observées sont à la fois voisines entre elles et voisines des valeurs déduites par le calcul des chaleurs de neutralisation; celles-ci étant ainsi la source principale de l'énergie voltaïque, de même que dans les piles dérivées de l'attaque des métaux. L'acide formique présente une anomalie, attribuable sans doute à son oxydabilité, qui lui fait jouer un rôle analogue à l'hydrogène et renverse les pôles : j'y reviendrai.

» 2° *Action d'un acide libre sur le sel d'un autre acide.* — On s'est borné au cas des acides monobasiques et à celui d'un acide fort (vase extérieur +) opposé au sel de soude d'un acide faible, tel qu'un bicarbonate (vase intérieur —) :

$CHNaO^3 + C^3H^6O^3$ (acide lactique).......	$0^{volt},20$ ($4^{Cal},7$)
$CHNaO^3 + CH^2O^2$ (acide formique).......	$0^{volt},19$

» Le voltage a baissé de moitié en 1 heure (circuit ouvert).

» La quantité de chaleur apparente développée dans la réaction chimique (tous corps dissous) est $13^{Cal},5 - 11^{Cal},2 = +2^{Cal},4$, qui répondrait à $0^{volt},10$. En tenant compte des changements d'état, on peut à la rigueur trouver là une source chimique suffisante pour rendre compte d'une grande partie de l'énergie voltaïque.

» 3° *Action d'un acide libre sur son sel de sodium.* — Le sel est placé dans le vase intérieur (—), l'acide dans le vase extérieur (+).

	volt
$NaCl + HCl$................	0,13 ($3^{Cal},2$)
$AzO^3Na + AzO^3H$...........	0,15
$SO^4Na^2 + SO^4H^2$............	0,24 ($5^{Cal},7$)
$C^2H^3NaO^2 + C^2H^4O^2$........	0,12
$C^3H^5NaO^3 + C^3H^6O^3$........	0,13
$C^2Na^2O^4 + C^2H^2O^4$..........	0,30 ($7^{Cal},1$)
$CHNaO^2 + CH^2O^2$...........	0,05 à 0,14 (polarisation)
$AzH^4Cl + HCl$..............	0,14 ($3^{Cal},3$)

» Les analogies thermochimiques connues entre les chlorures et les azotates, entre les acétates et les oxalates, se maintiennent ici. Cependant, dans cet ordre de réactions, la chaleur chimique apparente n'offre point de relation directe avec la force électromotrice.

» En effet, avec les acides chlorhydrique, azotique et autres acides monobasiques forts, la chaleur dégagée par le mélange de ces acides avec

leurs sels de soude, en solutions étendues, d'après mes mesures, est très petite et souvent de l'ordre de grandeur de la chaleur d'une simple dilution par l'eau. Avec l'acide formique, la chaleur dégagée s'élève un peu plus haut, soit à $+0^{Cal},12$ vers 15°; avec l'acide acétique, à $+0^{Cal},08$ (ces chiffres se rapportant à 1^{mol} dissoute dans 2^{l}); valeurs correspondant environ à $0^{volt},05$ ou $0^{volt},03$. Avec les acides bibasiques, tels que l'acide sulfurique, il se forme dans les liqueurs une certaine dose de sel acide dont l'état de dissociation varie avec la dilution, et cette formation est accompagnée, d'après mes mesures, par une absorption de chaleur qui varie, suivant la dilution : depuis $-1^{Cal},23$ ($SO^4HNa = 2^l$), jusqu'à $-0^{Cal},80$ ($SO^4HNa = 10^l$), vers la température de 15°. La chaleur spécifique moléculaire de la solution de bisulfate surpassant d'ailleurs la somme de celles de ses composants, d'après Marignac, de 20 unités environ par molécule SO^4NaH, dissoute dans 25 à $100H^2O$, il en résulte que l'absorption de chaleur croît en valeur absolue avec l'élévation de température, jusqu'à être doublée vers 100°; tandis qu'elle diminuerait avec l'abaissement de température jusqu'à $-1^{Cal},1$ vers zéro.

» La formation du bioxalate de soude dissout répond également à une absorption de chaleur, soit $-0^{Cal},78$ pour $C^2NaNO^4 = 1^l$.

» Nous rencontrons donc ici de nouveaux exemples, dans lesquels une réaction apparente endothermique répondrait à un développement d'une force électromotrice notable. Cependant, il n'est pas douteux qu'il n'existe ici une chaleur de combinaison véritable et mesurable, au moins dans la formation effectuée du sel acide rapportée à l'état solide; mais, pour l'état dissous, cette chaleur de combinaison est masquée par la grandeur inégale des chaleurs de dissolution des trois corps mis en jeu dans la réaction. En effet, d'après mes mesures, la formation du bisulfate solide, avec ses composants solides

$$SO^4H^2 + SO^4Na^2 = 2SO^4NaH, \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +8^{Cal},1.$$

» De même celle du bioxalate

$$C^2H^2O^4 + C^2Na^2O^4 = 2C^2HNaO^4 \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +1^{Cal},9.$$

» La combinaison de l'acide avec son sel neutre pourrait donc intervenir jusqu'à un certain point dans le développement d'énergie représenté par la force électromotrice.

» Mais cette interprétation ne semble pas acceptable lorsqu'il s'agit de rendre compte de la force électromotrice mise en jeu dans la réaction

des acides monobasiques forts, tels que l'acide chlorhydrique sur le chlorure de sodium, ou l'acide azotique sur l'azotate de soude, etc.

» Tout au plus pourrait-on supposer ici la formation de certains hydrates salins dans l'état dissous. En tout cas, il ne faut pas oublier que l'entropie, qui joue un rôle capital dans ces calculs, fait entrer en compte tous les phénomènes de combinaisons plus ou moins mal connus, entre l'acide, les sels et l'eau, depuis le zéro absolu jusqu'à la température ordinaire.

» 4° *Action d'une base libre sur un sel de la même base.* — La base est placée dans le vase intérieur (—); le sel dans le vase extérieur (+).

	volt	
$NaOH + NaCl$	0,39	(9^{Cal},2)
$NaOH + AzO^3Na$	0,39	
$NaOH + SO^4Na^2$	0,13	(3^{Cal},1)
$NaOH + C^2H^3NaO^2$	0,20	(4^{Cal},7)
$NaOH + C^3H^5NaO^2$	0,20	
$NaOH + C^2Na^2O^4$	0,11	
$NaOH + CHNaO^2$	0,19	
$AzH^3 + AzH^4Cl$	0,24	

» Les analogies thermochimiques ordinaires entre les azotates et les chlorures, comme entre les acétates et les lactates, sont observées entre ces chiffres.

» On remarquera que certains des sels les moins dissociables par l'eau sont ceux qui fournissent les plus faibles forces électromotrices.

» En tout cas, les quantités de chaleur développées par la réaction des mélanges précédents, dans le calorimètre, sont insignifiantes, d'après mes expériences.

» Ainsi l'on ne saurait admettre, avec cet ordre de systèmes, une chaleur dégagée résultant en général de la formation de sels basiques, qui sont inconnus, à la température ordinaire du moins, ni, semble-t-il, de celle d'hydrates salins particuliers, dont la présence de l'alcali augmenterait la stabilité. Mais il serait possible qu'une formation des hydrates des alcalis, devenant plus avancée à mesure que la température est plus basse, jouât quelque rôle dans les variations de l'entropie qui concourent à déterminer les forces électromotrices. Il y a là des observations dignes d'intérêt, mais dont l'interprétation chimique reste obscure.

» Observons en passant que l'on découvre ici l'origine véritable d'une force électromotrice exceptionnelle, observée dans la combinaison galva-

nique suivante :

$$\mathrm{Hg}\,|\,\mathrm{HgCl} - \mathrm{KCl} - \mathrm{KOH} - \tfrac{1}{2}\mathrm{Hg}^2\,\mathrm{O}\,|\,\mathrm{Hg}.$$

» Cette force ne paraît pas corrélative de la réaction du chlorure mercureux sur la potasse, laquelle absorbe $-\frac{1}{2}3^{\mathrm{Cal}},3$; mais elle me semble dépendre, en réalité, de la réaction de la potasse sur le chlorure de potassium. En effet, il y a concordance à peu près complète entre la valeur trouvée, laquelle répond à $7^{\mathrm{Cal}},6$, et le chiffre qui se déduit de la différence entre les valeurs $9,2 - 1,6 = 7^{\mathrm{Cal}},6$, résultant de mes propres déterminations.

» 5° *Action réciproque de deux dissolutions inégalement étendues d'un même composé.* — J'ai mis en œuvre deux dissolutions de chlorure de sodium, telles que $\mathrm{NaCl} + 10\,\mathrm{H}^2\mathrm{O}$, dans le vase poreux intérieur, qui prend le signe +, et $\mathrm{NaCl} + 200\,\mathrm{H}^2\mathrm{O}$ dans le vase extérieur, qui prend le signe —. La force électromotrice développée, vers 20°, a été trouvée en moyenne : $0^{\mathrm{volt}},12\,(+\,2^{\mathrm{Cal}},8)$.

» Cependant le phénomène thermique observable à la température ordinaire, pour le mélange des deux liqueurs actuelles, est endothermique; soit pour les concentrations et la température ci-dessus : $Q = -\,0^{\mathrm{Cal}},74$, d'après des expériences spéciales. Mais cette valeur n'est pas comparable directement avec la force électromotrice.

» En effet, la *chaleur de dilution* est une résultante complexe, qui varie rapidement avec la température. J'ai montré ailleurs que ces variations peuvent être calculées d'après la connaissance des chaleurs spécifiques des dissolutions (*Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 125). Ces dernières paraissent corrélatives de la fixation d'un certain nombre de molécules d'eau combinées sur la molécule saline. Quoique les variations des chaleurs spécifiques avec la température soient lentes, elles aboutissent, dans le cas actuel, à changer de signe le phénomène thermique, par suite de l'élévation de la température.

» En fait, d'après les mesures connues des chaleurs spécifiques, la chaleur dégagée par la dilution précédente deviendrait nulle vers 50° : résultat qui s'accorde avec les expériences récentes de M. Colson [1]; puis elle serait positive et acquerrait vers 100° une valeur voisine de $+\,1^{\mathrm{Cal}},5$.

» Quoi qu'il en soit, à la température ordinaire, il y a refroidissement,

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1209, décembre 1901.

c'est-à-dire perte d'une énergie, dont la restitution a lieu lentement par le milieu ambiant.

» Dans le cas présent, l'origine chimique de l'énergie qui se traduit par la force électromotrice pourrait être cherchée dans l'existence, au sein des liqueurs, d'un hydrate de l'ordre du composé cristallisé bien connu $NaCl + 2H^2O$, composé dont la formation pour l'état solide dégagerait environ $+ 4^{Cal}$, d'après les analogies tirées des hydrates analogues du bromure de sodium et de l'iodure de sodium. Un semblable hydrate existe probablement à l'état de dissociation partielle, au sein des liqueurs, et sa dose varierait avec la dilution. Mais c'est là une hypothèse assez incertaine, surtout en présence du développement des forces électromotrices observées dans la réaction de la soude sur les sels neutres de cette base. Il convient également ici de tenir compte de cette circonstance que l'entropie répond à la formation de tous les composés susceptibles de se former dans l'intervalle compris entre la température ordinaire et le zéro absolu.

DÉBIT ÉLECTROLYTIQUE.

» Arrivons à un autre ordre de questions, dont l'intérêt est considérable. Il s'agit du débit électrolytique extérieur des piles. Les forces électromotrices constatées dans les expériences précédentes ont été constatées à l'état statique, c'est-à-dire sur des éléments de pile n'exerçant aucune action électrolytique extérieure et avec un circuit fermé seulement pendant quelques instants. Il s'agit maintenant d'examiner si des piles constituées par les mélanges liquides d'acides, de bases et de sels, de l'ordre de ceux étudiés dans le présent Travail, sont susceptibles d'un débit électrolytique sensible : je ne dis pas nul, mais capable de produire un travail chimique extérieur continu, de grandeur appréciable. J'ai recouru pour cette recherche :

» A l'électrolyse de l'eau acidulée, dégageant de l'hydrogène et de l'oxygène sur des électrodes de platine à la Wollaston, sous la pression ordinaire et même sous une pression de quelques millimètres; réaction qui exige une force électromotrice minima de $1^{volt},6$ environ;

» A la même électrolyse accomplie avec le concours d'un corps capable d'absorber l'oxygène au pôle positif, tel que le pyrogallol, en laissant l'hydrogène se dégager au pôle négatif; ce qui exige une force électromotrice minima de $0^{volt},8$, c'est-à-dire moitié plus petite;

» Enfin, à la séparation électrolytique du sulfate de soude en acide et

base, phénomène susceptible d'être accusé avec une extrême sensibilité. Le détail des appareils mis en œuvre sera donné ailleurs : mais il paraît utile de résumer ici les tentatives que j'ai faites avec les éléments de pile définis présentement.

» 1° Soit d'abord une pile constituée par deux dissolutions inégalement concentrées du même sel, telles que $NaCl + 10H^2O$ à un pôle; $NaCl + 200H^2O$ à l'autre pôle.

» La force électromotrice d'un élément étant $0^{volt},12$, j'ai formé une pile composée successivement de 24 puis de 48 de ces éléments; ce qui porte la force électromotrice à $5^{volts},7$, valeur vérifiée, et qui est presque quadruple de celle qui suffit pour décomposer l'eau avec des piles analogues à la pile Daniell, c'est-à-dire constituées par des métaux et leurs sels, avec le concours de vases poreux. Or les piles constituées par deux dissolutions de chlorure de sodium, dis-je, mises en œuvre immédiatement, n'ont fourni aucun indice visible d'électrolyse, soit avec l'eau acidulée même avec une pression réduite à $0^m,01$ et addition de pyrogallol dans le voltamètre; soit avec le sulfate de soude teinté de tournesol. Cette absence de résultat chimique apparent, avec de telles forces électromotrices, doit être attribuée aux causes qui empêchent l'établissement d'un régime régulier, telles que la résistance intérieure de la pile et la lenteur des réactions qui déterminent la force électromotrice, par suite d'un mélange lent des liqueurs à travers le vase poreux. Quoique la force électromotrice de la pile actuelle ne diminue que lentement et demeure pendant un long temps supérieure à celle qui serait susceptible de décomposer l'eau, ainsi que je l'ai vérifié, cependant, en fait, on n'a pas réussi à manifester même les débuts d'une électrolyse extérieure. Le travail voltaïque, dans un temps donné, était trop minime pour compenser les effets attribuables, tant au transport des ions vers leurs électrodes et à leur recombinaison par transport et diffusion des corps dissous qu'à la déperdition lente des gaz émis par l'électrolyte dans l'atmosphère superposée. Il n'y a pas là une question de théorie, mais une question de fait :

» L'action réciproque de deux dissolutions inégalement étendues d'un même corps neutre, tel que le chlorure de sodium, corps ne donnant lieu à aucune réaction chimique de quelque intensité, comme dans l'exemple actuel, ne paraît pas de nature à créer une énergie efficace pour les décompositions électrolytiques susceptibles d'être accomplies dans l'économie des êtres vivants.

» 2° *Action d'un acide sur un alcali, la soude.* — Les forces électromo-

trices ont été données plus haut. Des tentatives d'électrolyse ont été exécutées en opérant avec l'acide sulfurique (12 éléments = $7^{volts},2$ tombant à 5^{volts} à la fin de l'essai); avec l'acide azotique (6 éléments = $3^{volts},4$); avec l'acide oxalique (12 éléments = $5^{volts},5$); avec l'acide lactique (12 éléments = $5^{volts},9$). Mais, dans aucun cas, on n'a réussi à observer le moindre signe d'électrolyse extérieure dans le voltamètre. Il convient d'observer que le voltage de ces piles baisse assez rapidement. Cependant, à la fin des essais d'électrolyse, dans les cas les plus défavorables, il n'avait pas diminué d'un tiers. Ces piles étaient donc sans débit électrochimique extérieur appréciable, malgré la grandeur et l'origine essentiellement chimique de leur force électromotrice.

» La lenteur avec laquelle le sulfate de soude formé d'abord dans l'épaisseur du vase poreux se diffuse au sein du liquide ambiant joue sans doute ici quelque rôle.

» 3° *Action d'un acide sur son sel de soude.* — 12 éléments du système $SO^4Na^2 + SO^4H^2$ ($2^{volts},9$); et 12 éléments $C^2Na^2O^4 + C^2H^2O^4$ ($3^{volts},6$) n'ont donné lieu à aucune électrolyse appréciable.

» 4° *Action d'un acide sur le bicarbonate de soude.* Acide lactique. — 24 éléments ($4^{volts},8$) et 48 éléments ($9^{volts},6$) n'ont donné aucun résultat visible. De même l'acide oxalique et le bicarbonate; l'acide formique et le même sel.

» 5° *Action de la soude sur un sel de soude.* — Résultats négatifs avec le sulfate de soude et le formiate de soude.

» Il résulte des cinq séries d'expériences qui viennent d'être résumées cette constatation que les forces électromotrices, souvent considérables, qui sont développées par la réunion d'un grand nombre d'éléments de pile, constituées par des réactions simples de neutralisation ou analogues, dans les conditions que j'ai décrites, ne donnent lieu qu'à des débits insuffisants pour produire des phénomènes d'électrolyse extérieure appréciables, et notamment susceptibles d'intervenir dans la Chimie physiologique. Au contraire, on réussit fort bien en faisant intervenir simultanément aux réactions salines des réactions oxydantes et réductrices, dans des piles et des conditions que je décrirai prochainement, et qui sont comparables à certains égards aux réactions accomplies au cours des phénomènes physiologiques. »



ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le théorème fondamental de la théorie des fonctions abéliennes.* Note de M. **Paul Painlevé.**

« La théorie des fonctions abéliennes repose sur ce théorème : *Toute fonction méromorphe 2n fois périodique de n variables est représentable par le quotient de deux fonctions Θ à n arguments (où les arguments ont subi une transformation linéaire convenable).*

» Ce théorème, énoncé par Riemann, a été enseigné par Weierstrass, qui n'a pas publié sa démonstration. Les belles démonstrations qui sont dues à MM. Picard et Poincaré ([1]) sont difficiles, soit en elles-mêmes, soit par les connaissances qu'elles supposent. Une méthode synthétique, développée par M. Appell ([2]) dans le cas de deux variables, admirable d'élégance et de profondeur, s'appuie toutefois sur un théorème difficile concernant les fonctions méromorphes de deux variables et exige la démonstration (assez longue et délicate) d'un lemme relatif à une remarquable équation fonctionnelle introduite par M. Guichard.

» La démonstration, à la fois directe et élémentaire, que je vais indiquer ici ne repose que sur les principes classiques de la théorie des fonctions uniformes d'*une* variable. J'établis d'abord trois lemmes.

» Lemme I. — *Soient α une quantité dont la partie réelle n'est pas nulle et $\varphi(u)$ une fonction entière qui admet la période $2i\pi$. Il existe une fonction analogue $\psi(u)$ qui vérifie la condition*

$$\psi(u+\alpha)-\psi(u)\equiv\varphi(u).$$

» En effet, on peut représenter $\varphi(u)$ par une série

$$\sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} A_n e^{nu},$$

et il suffit de prendre, pour $\psi(u)$, la fonction

$$\sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} \frac{A_n}{1-e^{n\alpha}} e^{nu}.$$

([1]) *Comptes rendus*, 3 septembre 1883, 21 et 28 juin 1897; *Acta mathematica*, 1897.

([2]) *Journal de Jordan*, 1891, p. 157-219.

» LEMME II. — *Soient* $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$ *des quantités qui croissent indéfiniment avec n et qui admettent* (¹) *la période* $2i\pi$. *On peut former une fonction entière* $\varphi(u)$ *qui admet la période* $2i\pi$ *et dont les zéros sont* $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$.

» LEMME III. — *Attachons à chaque quantité* a_j *un polynome en* $\frac{1}{u-a_j}$, *soit* $R_j\left(\frac{1}{u-a_j}\right)$. *Si les* R_j *admettent* (²), *comme les* a_j, *la période* $2i\pi$, *on peut former une fonction méromorphe* $\varphi(u)$, *admettant la période* $2i\pi$, *et dont les pôles et les développements polaires coïncident respectivement avec les* a_j *et les* R_j.

» Pour démontrer le lemme II, on pose $b_j = e^{a_j}$, et l'on distingue, dans la suite b, les valeurs b' telles que $|b'| \geqq 1$, et les valeurs b'' telles que $|b''| < 1$. Soit alors $x = e^u$; un théorème classique de Weierstrass permet de former une fonction entière $g(x)$ qui admet comme zéros les b' avec la multiplicité voulue; soient de même $y = e^{-u}$ et $h(y)$ une fonction entière de y qui admet comme zéros les valeurs $\frac{1}{b''}$. Le produit $g(e^u) \times h(e^{-u})$ est une fonction entière $\varphi(u)$ qui répond à la question. Le lemme III se démontre de la même manière, à l'aide du théorème classique de Mittag-Leffler.

» Ces lemmes établis, soit $\varphi(u, v)$ une fonction méromorphe qui admet quatre couples de périodes distincts, couples qu'il est loisible de ramener à la forme $(2i\pi, 0)$, $(0, 2i\pi)$, (α, β), (α', β'). Posons

$$u = x + iy, \qquad v = z + it;$$

les quatre couples de périodes représentent dans l'espace (x, y, z, t) quatre vecteurs non situés dans un même plan; une au moins des quantités α, α', soit α, a donc une partie réelle.

» Considérons maintenant l'équation $\varphi(u, v) = 0$, équation qui ne change pas quand on augmente u ou v de $2i\pi$. Soient (pour une valeur arbitrairement donnée de u)

$$v = h_1(u), \qquad v = h_2(u), \qquad \ldots, \qquad v = h_n(u), \qquad \ldots$$

(¹) J'entends par là que $a_j + 2i\pi$ et $a_j - 2i\pi$ font partie de l'ensemble $a_1, a_2, \ldots$ en même temps que a_j. Si p quantités a sont égales à a_j, p autres sont égales à $a_j + 2i\pi$ et p autres à $a_j - 2i\pi$.

(²) J'entends par là que, si l'on pose $U = \frac{1}{u-a}$, le polynome $R(U)$ attaché à a_j coïncide avec le polynome analogue attaché à $a_j + 2i\pi$ ou à $a_j - 2i\pi$.

les racines de cette équation ([1]). On déduit immédiatement de la quadruple périodicité : 1° que les fonctions $h_n(u)$ restent *finies* pour toute valeur finie de u et ne présentent que des singularités *algébriques*; 2° *que la série* $\sum \frac{1}{h_n^3(u)}$ *est absolument et uniformément convergente dans toute aire limitée du plan des* u *qui ne renferme aucun zéro de la fonction* $\varphi(u, 0)$.

» Ceci admis, formons la fonction *entière en* v *et de genre* 2 :

$$(1) \qquad \psi(u, v) = \prod_{n=1}^{n=\infty} \left[\left(1 - \frac{v}{h_n}\right) e^{\frac{v}{h_n} + \frac{v^2}{2h_n^2}}\right];$$

cette fonction est *uniforme en* u et admet la période $2i\pi$, car elle ne change pas quand on permute les quantités h_n; elle n'admet d'autres singularités que les zéros $u = a_1$, $u = a_2$, ..., de $\varphi(u, 0)$. Soient h_l, h_p, ..., h_r les déterminations de $h(u)$ qui s'annulent pour $u = a_j$, soit k la multiplicité du zéro $u = a_j$ dans le produit $h_l, h_p, \ldots, h_r$, et soient $R_j\left(\frac{1}{u - a_j}\right)$, $\rho_j\left(\frac{1}{u - a_j}\right)$ les développements polaires, autour de $u = a_j$, des deux sommes $\frac{1}{h_l} + \frac{1}{h_p} + \ldots + \frac{1}{h_r}$ et $\frac{1}{h_l^2} + \frac{1}{h_p^2} + \ldots + \frac{1}{h_r^2}$. Nous pouvons (lemmes II et III) former une fonction *entière* $H(u)$ et deux fonctions *méromorphes* $K(u)$, $L(u)$, *admettant* ([2]) *la période* $2i\pi$, telles que les zéros de H soient les valeurs $u = a_j$ (avec la multiplicité correspondante k), et que les pôles et développements polaires de K, L soient respectivement les points a_j et les développements R_j, ρ_j. *La fonction*

$$\chi(u, v) = \psi(u, v) H(u) e^{-\left[v K(u) + \frac{v^2}{2} L(u)\right]}$$

est alors une fonction entière en u, v *qui ne change pas quand on augmente* u *de* $2i\pi$. D'autre part, en groupant ensemble, dans l'égalité (1), les valeurs h_n congruentes par rapport à $2i\pi$, on voit aussitôt que $\psi(u, v)$ peut s'écrire

$$\psi(u, v) = \Pi\left[(e^v - e^{h_n}) e^{n(u) v^2 + \mu_n(u) v + \nu_n(u)}\right],$$

égalité qui entraîne la suivante

$$\chi(u, v + 2i\pi) = \chi(u, v) e^{A(u) v + B(u)};$$

([1]) On peut toujours faire en sorte, en augmentant φ d'une constante, que $\varphi = 0$ n'admette pas de racine $u = u_1$, indépendante de v.

([2]) Les a_j, les R_j et les ρ_j admettent la période $2i\pi$ [voir la Note ([1]), p. 809].

la périodicité de $\chi(u, v)$, par rapport à u, exige que $A(u)$ admette la période $2i\pi$, ainsi que $B(u) - nu \equiv B_1(u)$, n désignant un certain entier. D'ailleurs, A et B_1 sont nécessairement des fonctions entières, et si l'on multiplie χ par $e^{-\frac{v^2}{4i\pi}A(u)+v\left(\frac{A(u)}{2}-\frac{B_1}{2i\pi}\right)}$, on obtient une fonction *entière* $\varpi(u, v)$ qui vérifie les conditions suivantes :

$$(2) \qquad \varpi(u+2i\varpi, v) = \varpi(u, v), \qquad \varpi(u, v+2i\varpi) = \varpi(u, v)e^{nu}.$$

» Le quotient $\frac{\varpi}{\varphi}$ est une fonction entière de (u, v), soit $\varkappa$, qui satisfait aux mêmes égalités (2), et l'on a $\varphi = \frac{\varpi(u, v)}{\varkappa(u, v)}$.

» Introduisons maintenant le troisième couple de périodes (α, β). La transformation $u = \frac{\alpha U}{2i\pi}$, $v = V + \frac{\beta U}{2i\pi}$ [qui ne change pas le couple $(0, 2i\pi)$], fait correspondre à (α, β) un nouveau couple $(2i\pi, 0)$. Raisonnons sur les variables U, V comme sur u, v, et formons la fonction $\Pi(U, V)$ analogue à $\varpi(u, v)$. La définition de ϖ (et de Π) et la relation entre v et V montrent aussitôt qu'on a

$$\varpi(u, v) = \Pi(U, V)\, e^{A(u)v^2 + B(u)v + C(u)};$$

en augmentant v et V de $2i\pi$, on trouve

$$A = 0, \qquad B(u) = \frac{nu}{2i\pi} + \frac{mu}{\alpha} + k \quad (m, k \text{ entiers}),$$

et enfin, en tenant compte de ce fait que u et v s'augmentent de α et β quand U s'accroît de $2i\pi$,

$$\varpi(u+\alpha, v+\beta) = \varpi(u, v)\, e^{v\left(\frac{n\alpha}{2i\pi}+m\right)+F(u)};$$

la périodicité de ϖ par rapport à u exige que la fonction entière $F(u)$ soit de la forme $lu + F_1(u)$, F_1 admettant la période $2i\pi$, et l désignant un entier. Soit alors $G(u)$ une fonction entière, *de période* $2i\pi$, qui vérifie (lemme I) la relation $G(u+\alpha) - G(u) = F_1(u)$; il suffit de multiplier $\varpi(u, v)$ par $e^{G(u)}$ pour annuler F_1, et l'on a, après cette dernière transformation,

$$(3) \qquad \varpi(u+\alpha, v+\beta) = \varpi(u, v)\, e^{lu+v\left(\frac{n\alpha}{2i\pi}+m\right)}.$$

On trouverait, de même,

$$(4) \qquad \varpi(u+\alpha', v+\beta') = \varpi(u, v)\, e^{l'u+v\left(\frac{n\alpha'}{2i\pi}+m'\right)+F_2(u)}.$$

l', m' désignant des entiers et la fonction entière $F_2(u)$ admettant la période $2i\pi$. En augmentant u, v de $\alpha+\alpha'$, $\beta+\beta'$, on aboutit à l'identité

$$l\alpha'+\beta'\left(\frac{n\alpha}{2i\pi}+m\right)-l'\alpha-\beta\left(\frac{n\alpha'}{2i\pi}+m'\right)+2iK\pi=F_2(u+\alpha)-F_2(u);$$

la fonction *entière* F_2, qui admet la période $2i\pi$ et s'augmente d'une constante quand on change u en $u+\alpha$, est nécessairement une constante, soit c. On a donc

$$(5)\qquad l\alpha'+m\beta'-l'\alpha-m'\beta+\frac{n}{2i\pi}(\alpha\beta'-\beta\alpha')+2iK\pi=0,$$

et φ est le quotient de deux fonctions entières ϖ, χ, qui vérifient les égalités (2), (3), (4) [$F_2(u)$ étant remplacé par c dans l'équation (4)].

» La démonstration (¹) s'achève dès lors en quelques lignes. Tout d'abord, les entiers l, m, l', m', n, K ne sont pas tous nuls; sinon, la fonction entière $\varpi(u,v)$ serait quadruplement périodique et garderait, par suite, un module inférieur à une quantité fixe. De plus, si $n=0$, le déterminant $lm'-ml'=\delta$ est différent de zéro; autrement (comme on le voit aussitôt), après une transformation linéaire effectuée sur u, v, il existerait deux couples de périodes distincts de la forme $(\omega, 0)$, $(\omega_1, 0)$, et la fonction *entière* $\varpi(u,v)$ serait une fonction elliptique de u de *seconde* espèce, ce qui est impossible. Cela posé, *soit d'abord* $n=0$, substituons aux couples (α,β), (α',β') les couples *distincts* (A, B), (A′, B′) :

$$A=m\alpha'-m'\alpha,\qquad B=A'=m\beta'-m'\beta=l'\alpha-l\alpha'-2iK\pi,$$
$$B'=l'\beta-l\beta';$$

on a

$$\varpi(u+2i\pi,v)=\varpi(u,v)=\varpi(u,v+2i\pi),$$
$$\varpi(u+A,v+B)=e^{-\delta u+\varepsilon}\varpi(u,v),\qquad \varpi(u+A',v+B')=\varpi(u,v)e^{-\delta v+\varepsilon'}$$
$$(\varepsilon,\varepsilon'=\text{const.}),$$

conditions qui caractérisent les fonctions θ.

Le cas de $n\neq 0$ se ramène au précédent, en posant d'abord

$$\alpha_1=n\alpha+2mi\pi,\qquad \beta_1=n\beta-2li\pi,$$
$$\alpha'_1=n\alpha'+2m'i\pi,\qquad \beta'_1=n\beta'-2l'i\pi;$$

(¹) Voir Appell, *loc. cit.*, p. 196-201.

les deux couples (α_1, β_1), (α'_1, β'_1) sont distincts comme les couples (α, β), (α', β'), et une au moins des quantités (α_1, β_1) n'est pas nulle; il est loisible de supposer $\beta_1 \neq 0$, sinon on permuterait u, v, ce qui change seulement le signe de n. La transformation

$$U = u - \frac{\alpha_1}{\beta_1} v, \qquad V = \frac{2i\pi}{\beta_1} v, \qquad H = \varpi(u, v) e^{\lambda v^2 + \mu v}$$

$$\left[\lambda = -\frac{n}{4i\pi}\frac{\alpha_1}{\beta_1}, \quad -\mu = \lambda\beta_1 + \frac{\nu}{\beta_1}, \quad \nu = \frac{n(n-1)}{2}\beta\left(m + \frac{n\alpha}{2i\pi}\right) - \frac{n(n+1)}{2} l\alpha\right]$$

ramène les périodes à la forme

$$(2i\pi, 0), \quad (0, 2i\pi), \quad (A, B), \quad (A', B'),$$

où

$$A = -2i\pi\frac{\alpha_1}{\beta_1}, \qquad B = -\frac{4\pi^2}{\beta_1}, \qquad A' = \frac{\beta_1\alpha'_1 - \alpha_1\beta'_1}{\beta_1}, \qquad B' = \frac{2i\pi\beta'}{\beta_1}$$

$$(M = l'm - lm' + Kn),$$

et l'on a

$$MB - A' = 0,$$

avec

$$H(U + 2i\pi, V) = H(U, V) = H(U, V + 2i\pi),$$
$$H(U + A, V + B) = e^{n U + c} H(U, V),$$
$$H(U + A', V + B') = e^{c' n V + c'} H(U, V);$$

on est ainsi ramené au cas *où n est nul* (ainsi que l et m'); m et l' ont comme valeurs $-Mn$ et $-n$; par suite, M est différent de zéro, et l'on peut remplacer le couple (A, B) par le couple (MA, MB). La réduction aux fonctions θ est ainsi achevée.

» La méthode s'étend d'elle-même au cas de n variables. »

MÉCANIQUE. — *Résistance due aux vagues satellites;* par M. DE BUSSY.

« Je me propose de déterminer : 1° la loi suivant laquelle varie la résistance due aux vagues satellites quand on passe d'une vitesse à une autre sur un même navire dont la longueur est supposée telle que les vagues formées par l'avant ne puissent pas exercer d'influence sur celles formées par l'arrière; 2° la loi suivant laquelle varie la résistance due aux vagues satellites quand, la vitesse restant la même, on passe d'une carène C à une carène C_1, dérivée de la première en multipliant toutes les ordonnées transversales par un facteur constant.

» 1° Sur un navire de formes appropriées à la plus grande des vitesses considérées ([1]), la résistance due aux lames satellites croît comme la sixième puissance de la vitesse.

» Pour démontrer ce principe, nous aurons recours aux expériences de traction exécutées sur le *Greyhound* et sur des modèles de ce navire, à celles faites à Torquay par M. R.-E. Froude sur des modèles de torpilleurs et, enfin, à celles opérées à Brest sous la direction de MM. Risbec et Dudebout, expériences qui ont établi les faits suivants :

» A. Deux navires semblables, dont le rapport de similitude est égal à λ, se mouvant à des vitesses correspondantes V et $V \times \sqrt{\lambda}$, donnent lieu à des systèmes de vagues semblables dont le rapport de similitude est le même que celui des navires.

» B. Les vagues satellites correspondant aux différentes vitesses d'un même navire forment des systèmes semblables. En effet, l'observation montre que les dimensions de ces vagues (hauteur, distance de crête en crête, longueur dans le sens de la crête) sont proportionnelles au carré de la vitesse du navire.

» Il m'a été donné de constater, dans plusieurs expériences, la proportionnalité de la hauteur des vagues satellites au carré de la vitesse du navire, proportionnalité qu'il est naturel d'admettre (voir l'Appendice, § 1, qui sera publié dans le numéro suivant). Quant à la distance de crête en crête, nous observerons que, sur les vagues trochoïdales, cette distance est proportionnelle au carré de la célérité; or, la célérité des vagues satellites transversales est égale à la vitesse du navire, et la célérité des vagues divergentes est égale à la composante de la vitesse du navire normale à la direction des crêtes, laquelle reste constante pour un même navire. Il s'ensuit que, pour les unes et les autres de ces vagues, la distance de crête en crête est proportionnelle au carré de la vitesse du navire ([2]).

([1]) J'entends par formes appropriées à une vitesse V celles qui sont telles que les résistances correspondant aux différentes vitesses du navire jusqu'à V inclusivement peuvent être représentées par les ordonnées d'une courbe continue, les vitesses étant prises pour abscisses.

([2]) D'après les observations de Froude, la ligne qui joint les points les plus élevés des crêtes divergentes successives, ligne que nous appellerons *ligne de divergence*, fait, avec la direction commune de ces crêtes, un angle dont la tangente est moitié de celle de l'angle que fait la direction commune des crêtes avec l'axe du navire. L'angle de cet axe avec la ligne de divergence, dit *angle de divergence*, est sensiblement constant pour un même navire. Les crêtes successives placées en échelon sont limitées

» D'autre part, il résulte des expériences de Froude que les longueurs des crêtes divergentes sont aussi proportionnelles au carré de la vitesse. Il en est de même pour les longueurs des vagues transversales, lesquelles s'arrêtent aux crêtes divergentes et forment avec celles-ci des systèmes dont la configuration en plan reste la même aux différentes vitesses, les dimensions horizontales de ces systèmes variant comme les carrés des vitesses.

» C. Pour deux navires semblables se mouvant à la même vitesse, les vagues satellites forment deux systèmes identiques sous tous les rapports comme dimensions et comme positions [1].

» *Corollaire :* La résistance due à l'entretien des vagues satellites est la même pour les navires semblables de dimensions différentes.

» Froude a établi que la résistance correspondant à l'entretien des

---

à l'intérieur et à l'extérieur, c'est-à-dire du côté du navire et au large, par des lignes parallèles à celle qui joint les points les plus élevés des crêtes.

[1] M. R.-E. Froude, en comparant les vagues formées à la même vitesse par deux modèles semblables représentant, l'un un torpilleur de 83 pieds de longueur, et l'autre un navire de 333 pieds, a constaté seulement que les vagues divergentes forment des systèmes identiques comme longueurs et comme positions. Il n'est rien dit des hauteurs de ces systèmes divergents dans le Mémoire de Froude, où il n'est pas parlé non plus des vagues transversales qui figurent sur les dessins accompagnant le Mémoire. Le fait, indiqué au paragraphe B, que les systèmes de vagues correspondant aux vitesses diverses d'un même navire sont tous semblables (leur rapport de similitude étant celui du carré des vitesses), combiné avec le fait qui est relaté au paragraphe A, entraîne l'identité complète des systèmes de vagues transversales et divergentes formés par deux navires semblables se mouvant à la même vitesse, comme je vais le montrer.

Soient n et N deux navires dont le rapport de similitude est égal à λ se mouvant à la vitesse v. Appelons s et S les systèmes de vagues satellites formés par n et N dans ces conditions. Nous savons, en vertu du fait relaté en A, que si n se mouvait à une vitesse $v' = \frac{v}{\sqrt{\lambda}}$, son mouvement donnerait lieu à la formation d'un système s_1 de vagues satellites telles que $s_1\lambda = S$. D'autre part, en vertu de ce que les systèmes de vagues satellites correspondant aux vitesses diverses d'un même navire sont tous semblables, leur rapport de similitude étant celui des carrés des vitesses, nous aurons, en comparant les vagues satellites formées par n aux vitesses v et $\frac{v}{\sqrt{\lambda}}$, $\frac{s}{s_1} = \frac{v^2}{\frac{v^2}{\lambda}} = \lambda$: d'où $s = s_1\lambda$. Nous avons donc à la fois $s = s_1\lambda$, $S = s_1\lambda$, ce qui entraîne l'identité de s et de S.

vagues satellites est égale à l'énergie emmagasinée dans une de ces vagues divisée, pour les vagues transversales, par $2L$, et, pour les vagues divergentes, par $\frac{2L_1}{\sin\alpha}$, L et L_1 étant les distances de crête en crête, et α l'angle constant que fait la direction des crêtes divergentes avec l'axe du navire ([1]). L'énergie emmagasinée dans une vague transversale est égale à $\frac{\pi L l h^2}{2}\left(1 - \frac{2\pi^2 h^2}{L^2}\right)$ ([2]), expression dans laquelle h est la demi-hauteur de la vague et l sa longueur dans le sens de la crête.

» L'énergie emmagasinée dans une vague divergente est égale à $\frac{\pi L_1 l_1 h_1^2}{2}\left(1 - \frac{2\pi^2 h_1^2}{L_1^2}\right)$, h_1 et l_1 ayant ici des valeurs analogues à celles de h et l. La résistance R correspondant à l'entretien des vagues transversales est donc égale à $\frac{\pi l h^2}{4}\left(1 - \frac{2\pi^2 h^2}{L^2}\right)$, tandis que la résistance R_1 correspondant à l'entretien des vagues divergentes est égale à $\frac{\pi l_1 h_1^2}{4}\left(1 - \frac{2\pi^2 h_1^2}{L_1^2}\right)\sin\alpha$. En vertu de la loi trochoïdale qui relie la distance de crête en crête à la célérité, $L = \frac{2\pi}{g}V^2$ (V étant la vitesse du navire) et $L_1 = \frac{2\pi}{g}V^2\sin^2\alpha$, d'où il suit que L^2 et L_1^2 sont proportionnels à V^4, α étant constant. Nous avons vu plus haut que h et h_1 sont proportionnels à V^2; h^2 et h_1^2 sont donc, comme L^2 et L_1^2, proportionnels à V^4. Par suite, dans les valeurs de R et de R_1, le facteur entre parenthèse est constant pour toutes les vitesses, de sorte que R et R_1 varient comme les facteurs $\frac{\pi l h^2}{2}$ et $\frac{\pi l_1 h_1^2}{2}$, dans lesquels l et l_1 sont proportionnels au carré de la vitesse, h^2 et h_1^2, à sa quatrième puissance. La résistance correspondant à l'entretien des vagues satellites, transversales ou divergentes, varie donc comme la sixième puissance de la vitesse.

» On peut démontrer cette loi sans recourir à la formule qui donne la valeur de l'énergie emmagasinée dans une vague en fonction de ses dimensions et de sa célérité, et cela comme suit :

» Considérons un navire A se mouvant d'abord à une vitesse V, à laquelle correspond un système S de vagues satellites, et ensuite à la vitesse V_1 à laquelle correspond un système de vagues satellites S_1. Nous

---

([1]) *Phenomena of the wave making resistance of ships* (*Transactions of the Institution of Naval Architects*, t. XXII, 1881, p. 226 et 227).

([2]) Pollard et Dudebout, *Théorie du navire*, t. III, formule (13), p. 60.

savons que les deux systèmes S et S_1 auront un rapport de similitude égal à $\frac{V^2}{V_1^2}$. Or, les expériences de Froude ont vérifié ce fait, conforme à la théorie de la similitude, que les résistances qui dérivent de deux systèmes semblables de vagues satellites ayant un rapport de similitude égal à λ sont, entre elles, dans un rapport égal à λ^3 (1). Les résistances, correspondant aux systèmes S et S_1 formés aux vitesses V et V_1, auront donc un rapport égal à $\left(\frac{V^2}{V_1^2}\right)^3$ ou à $\frac{V^6}{V_1^6}$.

» 2° R étant la résistance due à l'entretien des vagues satellites sur un navire C à la vitesse V, pour obtenir la résistance analogue R_1 pour la même vitesse, sur un navire C_1, dont on a dérivé la carène de celle de C en agrandissant les ordonnées transversales dans le rapport λ, il faut multiplier R par le facteur λ^4.

» Considérons la courbe ayant pour ordonnées les valeurs, pour un navire déterminé, de la fonction $\frac{R}{V^2}$, R étant la résistance due aux vagues satellites à la vitesse V, et pour abscisses les vitesses correspondantes. Cette courbe étant donnée, pour avoir la résistance R afférente à une certaine vitesse V, il suffira de multiplier l'ordonnée correspondante par V^2. Il est généralement admis que, si l'on substitue au navire considéré un navire dérivé de celui-ci, en remplaçant l'écartement E des sections transversales équidistantes par un écartement $E' = E \times c$, on pourra se servir de la courbe du navire primitif pour obtenir la résistance due aux vagues satellites correspondant à une vitesse donnée du navire dérivé en changeant l'échelle des abscisses sur laquelle la longueur représentant l'unité devra être divisée par le facteur c. Si c est plus grand que l'unité (ce qui correspond à un allongement du navire), la résistance R', correspondant sur le navire dérivé à une vitesse V' égale à $V \times c$, sera égale à V'^2 multiplié par l'ordonnée correspondant à la vitesse V' lue sur l'échelle modifiée, ordonnée qui n'est autre que celle correspondant à la vitesse V lue sur l'échelle primitive; de sorte que, R étant la résistance afférente à la vitesse V sur le premier navire et R' la résistance afférente à la vitesse V' sur le navire allongé, on aura $\frac{R'}{R} = \frac{V'^2}{V^2}$. Si c est plus petit que l'unité (ce qui correspond à un raccourcissement du navire), la longueur représen-

(1) *On experiments with H. M. S.* Greyhound (*Transactions of the Institution of Naval Architects*, vol. XV, 1874). Voir l'Appendice § 2.

tant l'unité sur l'échelle primitive étant divisée par c sera amplifiée : la résistance afférente à une vitesse V'' égale à $V \times c$ (par suite plus petite que V) s'obtiendra en multipliant V''^2 par l'ordonnée correspondant à la vitesse V'' lue sur l'échelle allongée dans le rapport de c à l'unité, soit à la vitesse V lue sur l'échelle primitive.

» Si, au lieu de raccourcir le navire primitif en multipliant l'écartement E par la fraction c, on l'avait élargi en multipliant ses ordonnées transversales par $\frac{1}{c}$, on aurait obtenu un navire semblable (du moins quant à ces éléments des formes qui semblent seuls avoir une influence sensible sur la formation des vagues, à savoir la finesse et le rapport de la longueur à la largeur) [1] au navire raccourci, et présentant par suite, à la même vitesse, une résistance afférente aux vagues satellites équivalente. Or, on peut établir que, lorsque le navire est raccourci dans le rapport de 1 à c, la résistance afférente aux vagues satellites pour une vitesse V est multipliée par le rapport $\frac{1}{c^4}$. Appelons I et I' les ordonnées correspondant à la vitesse V lue successivement sur l'échelle primitive et sur l'échelle allongée dans le rapport de c à 1, soient les ordonnées de la courbe correspondant aux vitesses V et $V \times \frac{1}{c}$ lues toutes deux sur l'échelle primitive. Appelons R et R' les résistances afférentes à V sur le navire primitif et sur le navire raccourci. Nous aurons $R = I \times V^2$, $R' = I'V^2$. Nous avons aussi $\frac{IV^2}{I'V^2 \times \frac{1}{c^2}} = \frac{V^6}{V^6 \times \frac{1}{c^6}}$, puisque I et I' sont les ordonnées de la courbe qui correspondent aux vitesses V et $V \times \frac{1}{c}$ lues sur l'échelle primitive, que IV^2 et $I'V^2 \times \frac{1}{c^2}$ représentent les résistances du navire primitif aux vitesses V et $V \times \frac{1}{c}$, et que ces résistances sont entre elles comme les sixièmes puissances des vitesses correspondantes. Or l'égalité $\frac{IV^2}{I'V^2 \times \frac{1}{c^2}} = \frac{V^6}{V^6\frac{1}{c^6}}$ revient à $\frac{IV^2}{I'V^2} = \frac{1}{\frac{1}{c^4}}$ ou à $\frac{R}{R'} = \frac{1}{\frac{1}{c^4}} = c^4$, d'où $R' = R\frac{1}{c^4}$. C. Q. F. D. »

[1] Cette influence exclusive attribuée à la finesse et au rapport de la longueur à la largeur résulte du fait que, pour deux navires semblables de dimensions différentes se mouvant à la même vitesse, les vagues satellites forment deux systèmes identiques.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du Grand prix des Sciences mathématiques pour 1902. — MM. Émile Picard, Poincaré, Jordan, Appell, Painlevé.

Commission chargée de juger le concours du prix Bordin (Sciences mathématiques) pour 1902. — MM. Poincaré, Painlevé, Émile Picard, Jordan, Darboux.

Commission chargée de juger le concours du prix Francœur pour 1902. — MM. Poincaré, Émile Picard, Appell, Jordan, Darboux.

Commission chargée de juger le concours du prix Poncelet pour 1902. — MM. Poincaré, Émile Picard, Jordan, Darboux, Appell.

Commission chargée de juger le concours du prix extraordinaire de six mille francs pour 1902. — MM. Guyou, Maurice Levy, de Bussy, Sebert, Bouquet de la Grye.

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Mécanique) pour 1902. — MM. Léauté, Maurice Levy, Sarrau, Boussinesq, Sebert.

Commission chargée de juger le concours du prix Plumey pour 1902. — MM. Maurice Levy, Guyou, Sarrau, Léauté, Sebert.

Commission chargée de juger le concours du prix Pierre Guzman pour 1902. — MM. Janssen, Lœwy, Callandreau, Wolf, Faye.

Commission chargée de juger le concours du prix Lalande pour 1902. — MM. Lœwy, Wolf, Janssen, Callandreau, Radau, Faye.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. Colvis soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Machine de Gramme à intensité sans cesse variable et sa

combinaison avec une bobine d'induction. Nouvelle disposition du faisceau aimanté dans les bobines d'induction ».

(Commissaires : MM. Mascart, Marcel Deprez, d'Arsonval.)

M. A. Boutaricq adresse une Note relative au développement d'insectes qui dévastent les oseraies des départements de la Gironde et du Lot-et-Garonne.

(Commissaires : MM. Perrier, Giard.)

CORRESPONDANCE.

M. le Directeur du Laboratoire Arago, à Banyuls-sur-Mer, invite l'Académie à se faire représenter à la cérémonie funéraire qui sera célébrée, le 9 mai prochain, dans le Laboratoire Arago, que M. *de Lacaze-Duthiers* a fondé, et où il a désiré être inhumé.

L'Académie décide qu'elle se fera représenter à cette cérémonie.

M. Thome adresse, de Cordoba, ses vifs remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux astronomiques ont été l'objet et exprime le désir que la valeur du prix Lalande qui lui a été décerné soit réservée par l'Académie pour récompenser d'autres savants.

OPTIQUE. — *Principe d'un nouveau réfractomètre interférentiel.* Note de M. G. Sagnac, présentée par M. Lippmann.

« Soient M et M' deux surfaces réfléchissantes planes, bien travaillées, juxtaposées et réglées exactement, parallèles entre elles. Éclairons normalement ce système de *miroirs de Fresnel parallèles* par un faisceau lumineux issu d'une lentille L qui est supposée aplanétique pour les ondes planes perpendiculaires à l'axe et au voisinage du foyer principal F de laquelle est disposée une source de lumière suffisamment monochromatique. Chaque point F de la source fournit à la sortie de la lentille L un système d'ondes planes que les deux plans M et M' dédoublent en deux systèmes d'ondes planes parallèles, réfléchis sous la même incidence *i* voisine de zéro et qui

présentent entre eux une différence de marche $2e\cos i$ $\left(\text{ou sensiblement } 2e\overline{1-\frac{i^2}{2}}\right)$, en désignant par e la distance des deux plans parallèles M et M'. Les vibrations qui correspondent à ces deux systèmes d'ondes se réunissent, après avoir traversé la lentille L, en un même point O (très voisin de F si l'incidence i est très faible). Comme e est une constante, la différence de marche ne dépend que de l'incidence i et varie avec la position du point O dans le plan focal de la lentille L. On retrouve ici les conditions générales qui définissent la production d'un système de franges localisées à l'infini.

» On doit donc pouvoir observer, dans le plan focal, un système de franges circulaires si la différence de marche ne dépasse pas les limites imposées par la complexité de la radiation employée. L'appareil décrit fonctionne, on le voit, comme le réfractomètre interférentiel de M. Michelson qui a permis à MM. Michelson et Benoît de déterminer la longueur du mètre en longueurs d'onde.

» Il m'a semblé intéressant de signaler le principe de cette expérience, puisque le physicien si compétent en matière de franges d'interférence qu'est M. J. Macé de Lépinay considère qu'il est impossible de mettre en évidence le phénomène de localisation des franges sans fente dans le cas des miroirs de Fresnel [1].

» En ce qui concerne les applications, le nouveau dispositif pourrait être préférable à celui de M. Michelson quand il y a intérêt à avoir une température rigoureusement la même dans les régions correspondantes des deux faisceaux interférents; ces régions sont, en effet, adjacentes au lieu d'être très éloignées comme dans le dispositif de M. Michelson qui rejette l'un des faisceaux à angle droit de l'autre [2]. »

ÉLECTRICITÉ. — *Quelques remarques sur la théorie de l'arc chantant de Duddell.* Note de M. **Paul Janet**, présentée par M. Mascart.

« Soient E la force électromotrice constante de la batterie d'accumulateurs qui fournit le courant principal, R la résistance du rhéostat (que je

(1) J. Macé de Lépinay, *Franges d'interférence*, p. 35. Paris, C. Naud, 1902. Collection *Scientia*, n° 14.

(2) L'inconvénient corrélatif de cet avantage est qu'on ne peut produire avec M et M' des franges localisées sur MM'. Mais on peut régler l'appareil à l'aide d'une lame plane auxiliaire posée sur M.

supposerai sans self-induction) intercalé sur ce circuit, r la résistance du circuit dérivé, L et C la self-induction et la capacité intercalées dans ce circuit; on sait que le courant alternatif obtenu dans ce circuit dérivé a une pulsation ω déterminée par la condition de résonance

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{CL}}.$$

Cela posé, soient I le courant instantané dans le circuit principal, i dans le circuit dérivé, i' dans le circuit de l'arc. Le courant principal I est évidemment la superposition d'un courant continu et d'un courant alternatif

$$I = I_c + I_0 \sin \omega t.$$

La différence de potentiel aux bornes de l'arc $V_A - V_B$ est alors

$$V_A - V_B = E - RI_c - RI_0 \sin \omega t,$$

et les courants i et i' sont donnés par les formules

$$i = -\frac{R}{r} I_0 \sin \omega t,$$

$$i' = I_c + \frac{R+r}{r} I_0 \sin \omega t.$$

» De là on tire

$$d(V_A - V_B) = -RI_0 \omega \cos \omega t \, dt,$$

$$di' = \frac{R+r}{r} I_0 \omega \cos \omega t \, dt,$$

d'où

$$\frac{d(V_A - V_B)}{di'} = -\frac{Rr}{R+r}.$$

» Il résulte de là que, ainsi que M. Duddell l'avait déjà signalé, la dérivée de la différence de potentiel aux bornes de l'arc par rapport au courant circulant dans cet arc doit être négative. C'est ce qui a lieu avec des charbons homogènes, même pour des oscillations atteignant la fréquence de 1000 à 10 000 par seconde.

» Si la résistance r est petite par rapport à R, on a

$$\left[\frac{d(V_A - V_B)}{di'}\right] = r.$$

» Il semble donc que, pour que les oscillations se produisent, il faut

que le régime de l'arc soit tel que la valeur absolue de sa résistance apparente (négative) soit égale à la résistance du circuit dérivé. Duddell avait donné, au lieu de l'égalité précédente, l'inégalité

$$\left[\frac{d(V_A - V_B)}{di}\right] \geq r.$$

» L'arc chantant de Duddell fournit un moyen remarquable d'obtenir, au moyen d'une force électromotrice continue, un courant alternatif. Il est intéressant d'étudier la valeur des courants et la répartition des énergies dans les différentes parties des circuits. Nous nous bornerons à résumer les résultats obtenus :

	Valeurs		
	instantanées.	efficaces.	moyennes.
ourant dans le circuit principal	$I_c + I_0 \sin\omega t$	$\sqrt{I_c^2 + \frac{I_0^2}{2}}$	»
ourant dans le circuit dérivé	$-\frac{R}{r} I_0 \sin\omega t$	$\frac{R I_0}{r\sqrt{2}}$	»
ourant dans l'arc	$I_c + \frac{R+r}{r} I_0 \sin\omega t$	$\sqrt{I_c^2 + \frac{(R+r)^2 I_0^2}{2r^2}}$	»
ifférence de potentiel aux bornes de l'arc	$E - RI_c - RI_0 \sin\omega t$	$\sqrt{(E - RI_c)^2 + \frac{R^2 I_0^2}{2}}$	»
uissance fournie par la pile	$E(I_c + I_0 \sin\omega t)$	»	EI_c
uissance Joule dans le circuit principal	$R(I_c + I_0 \sin\omega t)^2$	»	$RI_c^2 + \frac{RI_0^2}{2}$.
uissance Joule dans le circuit dérivé	$\frac{R^2 I_0^2 \sin^2\omega t}{r}$	»	$\frac{R^2 I_0^2}{2r}$
uissance fournie à la bobine de self-induction	$\frac{R^2 I_0^2 L\omega \sin 2\omega t}{2r^2}$	»	0
uissance fournie au condensateur	$-\left(E - RI_c + \frac{RI_0 L\omega}{r}\cos\omega t\right)\frac{RI_0}{r}\sin\omega t$		0
uissance dans l'arc	$(E - RI_c - RI_0 \sin\omega t)\left(I_c + \frac{R+r}{r} I_0 \sin\omega t\right)$		$(E - RI_c)I_c - \frac{R(R+r)I_0^2}{2r}$

» Les valeurs I et I_0 peuvent s'obtenir facilement par l'expérience. »

ÉLECTRICITÉ. — *Variations du spectre des étincelles.* Note de M. B. **Eginitis**, présentée par M. J. Violle.

« Lorsque les pôles des étincelles contiennent des métaux différents, les variations de la self-induction du circuit modifient profondément la composition de la lumière des étincelles.

» Deux pôles de fil d'aluminium de 1^{mm} environ de diamètre sont recouverts jusqu'à une distance de 2^{mm} de leurs extrémités d'une très petite quantité de sodium métallique. On fait, tout d'abord, jaillir entre les deux pôles ainsi préparés des étincelles ordinaires pendant quelques secondes. Ces étincelles sont fournies par une bobine d'induction de grandeur moyenne actionnant quatre bouteilles de Leyde de $7,10^{12}$ unités C.G.S. de capacité se déchargeant neuf à dix fois par seconde à travers un circuit sans self-induction. Par l'introduction de bobines sans noyau métallique dans le circuit de décharge, la self-induction peut prendre des valeurs croissantes. La résistance du circuit est maintenue à la valeur constante de 3 ohms.

» Le spectre des étincelles jaillissant entre ces deux pôles contient tout d'abord les raies de l'aluminium et du sodium.

» *Lorsqu'on fait croître la self-induction,* les raies de l'aluminium diminuent d'intensité très rapidement, tandis que l'intensité de la raie jaune du sodium augmente de plus en plus. Une petite bobine de 6^{cm} de diamètre et de quelques tours de fil suffit pour que la plupart des raies de l'aluminium deviennent courtes ([1]). En augmentant de plus en plus la self-induction du circuit, les raies de l'aluminium deviennent rapidement de plus en plus courtes et enfin tout son spectre s'élimine. Au contraire, pendant ce temps la raie jaune du sodium devient de plus en plus brillante et les doublets vert et rouge apparaissent et atteignent à la fin une intensité remarquable. Pour une capacité de 0,0085 microfarad, il suffit d'une self-induction de 0,0002 henry environ pour éliminer complètement le spectre de l'aluminium et les raies de l'air, quand la distance des pôles ne surpasse pas 1^{mm} ou $1^{mm},5$. Les étincelles présentent alors une couleur orangée très brillante due aux vapeurs du sodium, et les pôles sont entourés par une auréole très étendue.

» *Si la self-induction du circuit continue à augmenter*, la disparition du spectre de l'aluminium persiste, et la raie jaune du sodium, après avoir été extrêmement brillante, devient renversée à partir d'une certaine valeur. La plus grande valeur de self-induction que nous avons employée était de 0,05 henry environ.

» Les valeurs de la self-induction qui éliminent le spectre de l'aluminium diffèrent suivant les distances des pôles. Les grandes distances demandent de grandes valeurs de la self-induction.

([1]) L'image de l'étincelle étant projetée sur la fente du spectroscope, les raies courtes sont celles qui se trouvent seulement au voisinage des électrodes.

» Toutes les conditions varient avec la quantité d'énergie mise en jeu : les valeurs de la self-induction qui correspondent à l'élimination d'un spectre diminuent quand la capacité augmente (jusqu'à une certaine limite).

» Ce phénomène présenté par les deux métaux, l'aluminium et le sodium, se retrouve avec plusieurs autres métaux. Le platine, le fer, l'étain, et d'autres métaux préparés de la même façon avec du sodium ou du potassium, donnent des résultats identiques. Dans quelques cas, comme par exemple fer-sodium, les grandes valeurs de la self-induction font réapparaître les raies du fer.

» Pour un même métal, les valeurs de la self-induction qui éliminent le spectre d'un autre varient avec la nature de ce dernier.

» L'élimination du spectre d'un des métaux est quelquefois difficile, et elle n'est pas toujours possible. Comme exemple, nous citerons le cas des métaux Hg, K, Na, qui n'ont jamais été éliminés. Souvent l'augmentation de la self-induction a seulement comme résultat la diminution de l'intensité des raies de l'un des métaux ou le changement de plusieurs raies en raies courtes.

» L'élimination du spectre d'un métal peut être obtenue sans la présence immédiate d'un autre métal sur le même pôle. Ainsi, nous avons obtenu l'élimination dans le cas où deux métaux purs forment chacun l'un des deux pôles. Nous avions pris pour l'un des pôles du platine ou de l'aluminium et pour l'autre du mercure contenu dans un tube de verre. Pour une valeur de 0,004 henry, les raies du platine ou de l'aluminium ont été éliminées. Au contraire, les raies du mercure qui restaient étaient renforcées. Quelquefois les raies du mercure présentaient un aspect curieux. Chacune des raies était partagée en deux parties d'intensité différente. La partie la plus intense correspondait au mercure, et l'on passait brusquement de l'une à l'autre partie, comme si l'intervalle où se produisaient les étincelles avait été à moitié rempli de vapeur de mercure.

» Cette observation conduit à une remarque très générale. Les métaux dont les spectres s'éliminent ou diminuent d'intensité sont des métaux qui donnent de très petites quantités de vapeurs. Au contraire, les métaux dont le spectre reste et augmente d'intensité sont parmi ceux qui sont très volatils.

» Dans une Note prochaine, nous montrerons comment ce phénomène peut être rattaché aux variations des spectres d'un métal et du milieu ambiant étudiées par M. Hemsalech. »

ÉLECTRICITÉ. — *Diffusion rétrograde des électrolytes.* Note de M. J. THOVERT, présentée par M. J. Violle.

« Si l'on fait diffuser une solution d'un acide additionné d'un autre électrolyte, vis-à-vis d'une solution de cet électrolyte additionnel, on constate que ce dernier corps, réparti primitivement d'une façon uniforme dans tout le liquide, se concentre en certains points pendant les premiers temps de l'expérience.

» Dans une éprouvette de 10^{cm} de hauteur environ, on a mis à peu près un tiers de solution contenant la matière diffusante avec l'électrolyte additionnel, et les deux autres sels de la solution contenant l'électrolyte additionnel seul. Au bout d'un certain temps, on a relevé le liquide en trois parties à peu près égales et l'on a déterminé la concentration de chaque partie par rapport à la substance additionnelle.

» Le Tableau suivant donne les résultats de nos expériences :

Matière diffusée.	Sel additionnel.	Durée de l'expérience.	Concentration de	dans la partie supérieure.	médiane.	inférieure.
$0,4\,HCl$	$0,39\,NaCl$	16^h	$NaCl$	0,384	0,390	0,395
»	»	47	»	0,373	0,380	0,405
$1\,HCl$	$0,39\,KCl$	47	KCl	0,363	0,392	0,413
»	»	143	»	0,350	0,401	0,425
$0,5\,AzO^3H$	$0,5\,AzO^3Ag$	10	AzO^3Ag	0,48	0,49	0,52
»	»	50	»	0,47	0,49	0,54
$\frac{1}{2}(SO^4H^2)$	$1,03\,HCl$	52	HCl	1,07	1,01	0,98

» Il y a concentration de l'électrolyte additionnel dans la partie inférieure, sauf pour la dernière expérience, où l'inverse se produit.

» Ces résultats s'expliquent fort bien dans la théorie électrolytique de la diffusion. D'après Nernst, la variation de pression osmotique entre les couches liquides inégalement concentrées est la cause de la tendance à l'équilibre. Si la substance dissoute est un électrolyte supposé dissocié en ions, la seule action osmotique causerait un passage inégal des ions, dont les frottements sont en général différents. Il en résulte une séparation de charges électriques, et une force électrique compensatrice qui maintient la neutralité de la solution.

» Si en outre du corps diffusant, HCl par exemple, il existe dans le milieu un autre électrolyte, supposons $NaCl$, réparti uniformément, il n'y a rien de changé à l'action osmotique, mais la force électrique trouvant

application sur les ions de l'électrolyte additionnel sera moins grande pour obtenir la compensation de neutralité que si H Cl se trouvait dans l'eau pure. Il en résulte une augmentation de vitesse dans la diffusion des ions H — fait déjà expérimenté par Arrhénius — et une rétrogradation des ions Na démontrée par nos expériences.

» Dans le cas où SO^4H^2 diffuse dans un milieu contenant H Cl, la force électrique tend à ramener vers le haut des ions Cl, ce que montrent aussi nos résultats.

» D'ailleurs, l'action électrique entre les ions n'est pas seule en jeu dans ces observations. En effet, au moment où l'on met les deux solutions en présence, en faisant abstraction de l'eau symétrique de chaque côté de la surface de séparation, on a vers le haut Na Cl + H^2O et vers le bas Na Cl + H Cl. Il y a donc dissymétrie dans les actions moléculaires qui s'exercent sur Na Cl qui est attiré vers le haut par H^2O et vers le bas par H Cl. Dans ce cas, l'action de H^2O paraît devoir être prépondérante et s'exerce en sens inverse de l'action électrique; le résultat de l'expérience conforme à cette dernière n'en est que plus expressif. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la réaction magnétique de l'induit des dynamos.* Note de M. N. **Vasilesco-Karpen**, présentée par M. Lippmann.

« Une dynamo doit nous apparaître, au point de vue magnétique, comme un ensemble de circuits ou, plus exactement, comme un milieu magnétique, soumis à l'action d'un certain nombre de forces magnétomotrices constituées par les spires tant inductrices qu'induites.

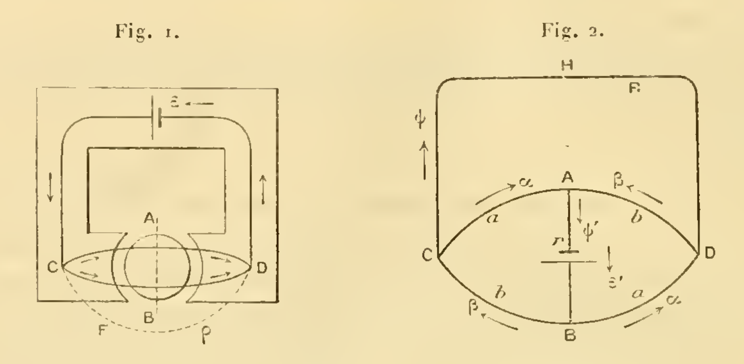
» C'est *à cet ensemble* qu'il faut appliquer le calcul pour trouver les flux utiles et par conséquent la force électromotrice de la machine, soit à vide, soit en charge. Le calcul rigoureux de ces flux n'est pas abordable, mais, sans rien changer à la façon d'envisager la question, nous ferons les simplifications d'usage; l'explication, qualitative du moins, du phénomène n'en souffrira pas.

» Considérons une machine bipolaire (*fig.* 1); je composerai les ampères-tours inducteurs et les ampères-tours longitudinaux, évidemment démagnétisants, en une seule force magnétomotrice ε. La figure 1 représente, avec leurs sens, les lignes de force moyennes des flux produits par cette force magnétomotrice ε.

» Je compose de même les ampères-tours transversaux de l'induit en une

seule force magnétomotrice ε', dirigée suivant AB. Cette force magnétomotrice superpose aux flux dus à ε de nouveaux flux α, β, ψ, ψ', dont la figure 2 donne les lignes de force moyennes avec leurs sens; ces lignes de force sont supposées avoir le même parcours que celles dues à ε.

Fig. 1. Fig. 2.



» Soient a, b, r, R les réluctances des tronçons parcourus par les nouveaux flux; les lois de Kirchhoff donnent

$$(1) \qquad \psi = \frac{a - b}{(R + a)(r + b) + (R + b)(r + a)} \varepsilon'.$$

» Dans la théorie classique, au lieu de considérer l'ensemble du réseau représenté par la figure 2, on considérait seulement la portion ABCD, ce qui revient à supposer $a = b$. *C'est la raison pour laquelle la théorie classique s'est trouvée en contradiction avec les faits.*

» Dans la formule (1), a, b, r, R sont, en effet, les réluctances comptées *à partir de l'état magnétique dû à* ε; et si l'on considère l'allure des courbes du magnétisme, on voit que ces réluctances sont plus grandes dans le sens des flux préexistants que dans le sens contraire; on aura donc presque toujours $a > b$.

» Les ampères-tours transversaux sont donc démagnétisants et leur influence partant de zéro sera maximum aux environs du coude de la courbe du magnétisme des parties CA, CB, DA, DB.

» Dans certaines machines où le coude de la courbe du magnétisme est très prononcé, l'influence démagnétisante des ampères-tours transversaux peut être très voisine de celle des ampères-tours longitudinaux; il n'est donc pas étonnant que la réaction d'induit ait été trouvée quelquefois indépendante de l'angle de calage.

» On a vérifié aussi quelquefois que la réaction d'induit augmentait avec l'excitation (Stromberg). Ce cas paradoxal s'explique par l'existence d'un maximum dans la valeur de ψ.

» J'ai supposé, dans la démonstration précédente, que les lignes de force moyennes ont le même parcours qu'avant l'introduction de la force magnétomotrice transversale, et l'on a pu se demander si l'allongement des lignes de force augmentant la réluctance ne diminuerait pas le flux utile. Pour examiner cette question, plaçons-nous dans le cas où $r = R$, $\varepsilon = \varepsilon'$. Par raison de symétrie, les deux flux Φ et Φ' traversant ε et ε' seront égaux, et, suivant un principe que j'ai énoncé dans une Note précédente ([1]), ces flux, calculés avec une distribution approximative des lignes de force, seront moindres que les flux réels. En d'autres mots, nous obtenons par le calcul indiqué une limite supérieure de la réaction d'induit. L'allongement des lignes de force est compensé, et au delà, par la cause qui le fait naître, c'est-à-dire par la force magnétomotrice transversale.

» *Influence des fuites.* — Les fuites magnétiques peuvent être représentées par une dérivation CFD de réluctance ρ (*fig.* 1). L'influence de cette dérivation est double : elle diminue le flux utile dû à ε et augmente le flux démagnétisant ψ, car, dans l'équation (1), il faut remplacer R par la quantité moindre $\frac{R\rho}{R+\rho}$.

» *Vérification.* — Des expériences, faites au laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne sur une vieille machine-série Gramme (type d'atelier) ont montré l'influence démagnétisante des ampères-tours transversaux et l'existence d'un maximum de cet effet pour une certaine valeur de l'excitation. Les balais étant calés sur une ligne perpendiculaire à celle des pôles, je mesurais le courant d'excitation I et le flux utile correspondant φ; je lançais ensuite un courant, toujours le même, dans l'induit, et mesurais la diminution de flux ψ. Les résultats ont été les suivants :

I.	φ.	ψ.	I.	φ.	ψ.
0	0	0	14	580	17
4	250	16	18	650	14
6	355	20	22	700	12
8	435	23	26	735	10
10	550	23	30	770	8
12	550	20			

» Dans ce Tableau ne figurent que les valeurs relatives des grandeurs mesurées; on voit que, relativement, le flux démagnétisant ψ est assez petit; cela tient, sans doute, aux conditions particulièrement défavorables de la machine à ce point de vue; les pièces polaires étaient, en effet, en fonte. »

([1]) *Comptes rendus* du 3 janvier 1902.

ÉLECTRICITÉ. — *Remarques sur le fonctionnement des cohéreurs et des auto-décohéreurs.* Note de M. O. **Rochefort**, présentée par M. Lippmann.

« Les comptes rendus des communications à très grandes distances, en télégraphie sans fil, par la réception au son, en utilisant les cohéreurs à décohésion spontanée et les récepteurs téléphoniques, ont appelé de nouveau mon attention sur les cohéreurs à décohésion spontanée.

» En étudiant les auto-décohéreurs en usage et en cherchant à en construire de plus sensibles et de plus constants, mes observations, basées sur des mesures prises avec le plus grand soin, m'ont amené à des conclusions contraires à ce qui semblait naguère être la vérité.

» *A priori*, et cela semble naturel, on admettait que, pour que la décohésion spontanée se produise, il fallait que les contacts fussent plus imparfaits que pour obtenir une cohésion durable. On saisissait bien un lien, une progression entre les cohéreurs décohérant par le choc et les auto-décohéreurs, mais la progression admise est précisément inverse de celle que j'ai trouvée.

» Turpain (*Applications pratiques des ondes électriques*), dans le résumé qu'il fait des diverses théories émises sur le fonctionnement des cohéreurs, exprime cette opinion que la difficulté de réglage des auto-décohéreurs tient à ce que « les limites entre » le contact imparfait ne réalisant pas encore un cohéreur et le contact imparfait réa» lisant un cohéreur nécessitant un choc sont trop voisines pour laisser aisément place » à un contact imparfait réalisant un cohéreur à décohésion spontanée ». L'erreur que je signale est là très nettement énoncée.

» On sait qu'un courant passant à travers des contacts imparfaits franchit d'autant plus facilement l'obstacle que ces contacts lui opposent que la pression à laquelle sont soumis ces contacts est plus grande. Ceci donné, si vous prenez deux électrodes pouvant se rapprocher ou s'éloigner à volonté, et qu'entre ces électrodes vous placiez des billes de charbon ou d'acier constituant des contacts imparfaits, vous pourrez faire varier la pression sur ces billes et juger de ce qui se passe en intercalant dans le circuit du courant qui doit traverser ces billes un instrument de mesures. Or, en rapprochant progressivement les électrodes, il arrivera un moment où vous obtiendrez la sensibilité du système aux ondes hertziennes. A ce moment, si la résistance initiale est d'un mégohm, par exemple, ne permettant pas au courant d'un élément de pile d'impressionner un milliampèremètre, et que cette résistance tombe à quelques ohms sous l'action des ondes, vous aurez un cohéreur nécessitant un choc pour décohérer. Si vous continuez à augmenter la pression de façon que la résistance initiale soit assez faible pour qu'un courant de deux milliampères, par exemple, puisse passer, vous aurez alors une décohésion spontanée. Ce ne sont donc pas les effets d'un courant morcelé sous l'action des ondes que perçoit l'oreille, mais bien des variations dans l'intensité d'un courant continu.

» *Tous les cohéreurs à décohésion spontanée peuvent être ramenés à l'état de cohéreurs ordinaires en diminuant la pression des contacts imparfaits.* Les expériences entreprises ne me permettent pas encore de généraliser la réciproque.

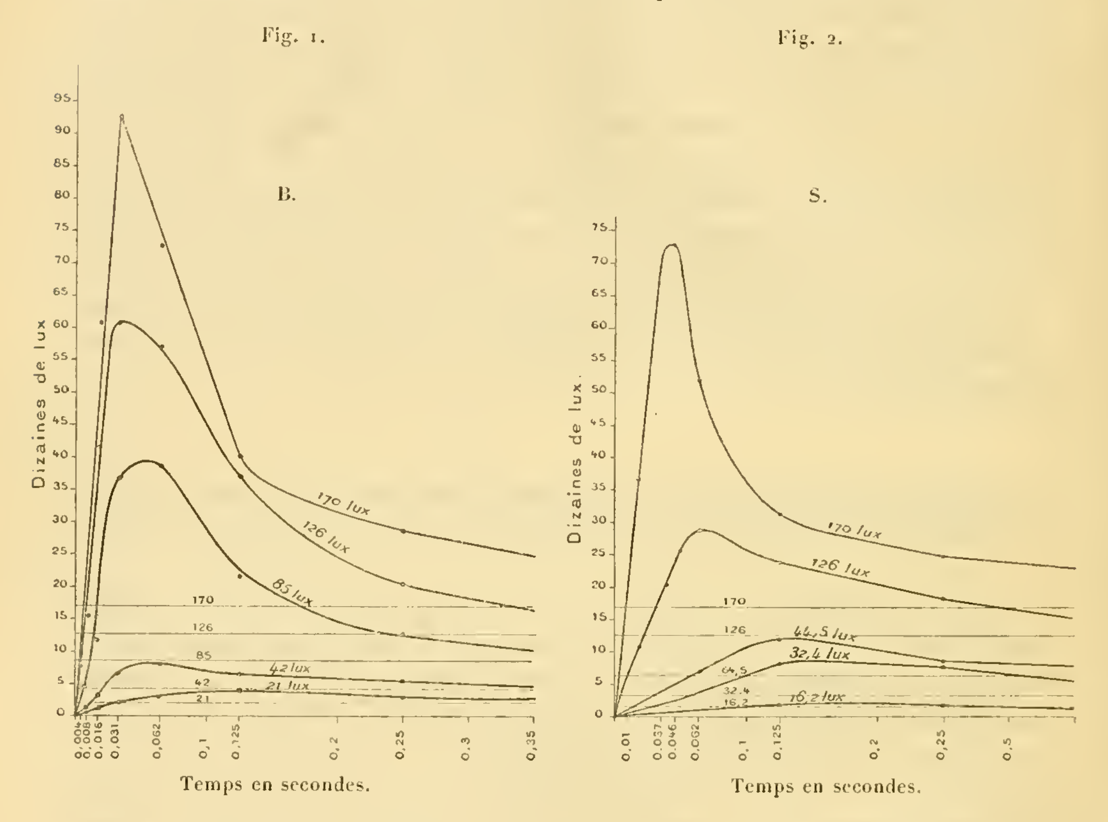
» J'ai constaté que certains radio-conducteurs à contact métal-métal ou à limaille peuvent facilement être amenés à l'état d'auto-décohéreurs lorsqu'on augmente la pression. Mais le fait le plus important, au point de vue pratique, c'est que j'ai pu, en modifiant un peu la construction de mes tubes à électrodes et à limaille de fer doux (dérivés du tube Tissot), arriver à ceci : qu'un tube, cohéré par un premier train d'ondes, voit tomber sa résistance initiale précisément dans les limites voulues pour passer à l'état d'auto-décohéreur de très grande sensibilité. On peut dès lors, avec le même appareil, recevoir au Morse et au son, suivant qu'on l'emploie comme cohéreur ordinaire ou comme auto-décohéreur. De plus, cette façon d'obtenir la pression voulue est à la fois plus facile, plus constante et plus sûre que tous les moyens mécaniques, d'un maniement trop délicat. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *La sensation lumineuse en fonction du temps.* Note de MM. **André Broca** et **D. Sulzer**, présentée par M. Marey.

« Dans une Note précédente (octobre 1901), nous avons décrit un procédé pour étudier l'inertie relative au sens des formes. Nous avons pu arriver avec le même appareil à déterminer la fonction qui relie la sensation lumineuse au temps, pour les divers éclats lumineux compris entre celui que donne à un papier blanc un éclairement de 170 lux, et celui que donne au même papier un éclairement de 3,3 lux (*fig.* 1 et 2). L'œil observateur était toujours muni d'une pupille artificielle de $2^{mm},5$ de diamètre et dans des conditions d'adaptation déterminées. Le dispositif expérimental est décrit dans la Note citée; la plage intermittente est une image aérienne.

» Nous avons placé contre cette image aérienne une plage de comparaison formée d'un petit carré de papier blanc éclairé par une source lumineuse mobile; on peut établir par déplacement de cette source l'égalité d'éclat entre le papier blanc et l'image aérienne. En rendant alors intermittente l'image aérienne, on voit que son éclat varie et l'on peut rétablir l'égalité d'éclat entre les deux plages en faisant varier la distance de la source mobile à l'écran de comparaison. On peut ainsi mesurer l'éclat

qu'atteint l'image aérienne intermittente, quand la lumière agit sur la rétine pendant un temps mesuré par le passage de la fente d'un épiscotister d'Aubert. Cette méthode directe permet des mesures exactes relatives aux phénomènes entrevus par Brücke en 1864 (*Sitzungsberichte der mathematischnaturwissenschaftlichen Klasse der Akademie der Wissenschaften zu Wien*, 2e série, t. XLIX, p. 128) à l'aide du disque rotatif, et dont Exner a



abordé l'étude par une méthode fort discutable qui lui a donné des résultats très différents de ceux de notre méthode directe (Exner, *ibid.*, 2e série, t. LVIII, 1868, p. 601); nous avons pu ainsi compléter et étendre aux fortes lumières les résultats obtenus par Charpentier pour les lumières faibles, par une méthode analogue, mais ne permettant pas les mesures lumineuses quantitatives (Charpentier, *Recherches sur la persistance des impressions rétiniennes, etc.*; Steinheil, 1890).

» Nos résultats sont représentés par les deux figures ci-dessus, relatives à chacun de nous. Les abscisses représentent le temps en secondes, les ordonnées représentent les éclairements en lux.

» Une série spéciale d'expériences a été faite pour déterminer le temps au bout duquel la sensation a atteint son régime permanent.

Éclairements.	Temps.	Éclairements.	Temps.
lux	s	lux	s
170	1,1	21,2	2
85	1,25	10	2,5
42,5	1,40		

» Il est intéressant aussi de faire ressortir les temps au bout desquels la sensation atteint son maximum, et ceux au bout desquels elle dépasse la sensation permanente correspondant au même éclairage.

	Temps du maximum.		Temps au bout duquel la sensation permanente est dépassée.	
Éclairements.	S.	B.	S.	B.
	s	s	s	s
170	0,04	0,03	0,012	0,005
126	0,065	0,035	0,025	0,0055
85	»	0,05	»	0,012
64,5	0,125	»	0,057	»
42,5	»	0,07	»	0,02
32,4	0,150	»	0,057	»
21	»	0,125	»	0,03
16,2	0,2	»	0,1	»

» Il fallait, pour terminer la question, réduire en sensation le résultat des mesures photométriques objectives. Faute de mieux, nous l'avons fait en appliquant l'hypothèse de Fechner et nous en servant pour intégrer l'équation différentielle des sensibilités, que nous avons déterminée expérimentalement pour chacun de nous. Les fonctions sont, I étant exprimé en lux :

$$(1)\quad \text{Su}: \; S = A \log \frac{I+2}{0,004(I+770)}, \qquad (2)\quad \text{Br}: \; S = B \log \frac{I+3}{0,0006(I+3200)}.$$

» En supposant $A = B = 1$, ce qu'on est obligé de faire, l'expérience ne permettant pas de déterminer ces constantes, les courbes trouvées sont très voisines. Elles peuvent servir à calculer des rapports de sensations. Nous réunissons ci-après les nombres qui donnent, d'une part, les rapports des éclairements objectifs maxima aux éclairements permanents et, d'autre

part, les rapports obtenus pour les mêmes sensations en employant les formules (1) et (2) :

	I maximum / I permanent.		S maximum / S permanent.	
Éclairements.	S.	B.	S.	B.
170	4,25	5,5	1,123	1,36
126	2,3	4,85	1,21	1,355
85	»	4,6	»	1,39
64,5	1,88	4,6	1,15	»
42,5	»	1,95	»	1,19
32,4	2,4	»	1,26	»
21	»	1,90	»	1,24
16,2	1,12	»	1,1	»
3,3	»	douteux.	»	»

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Valeurs de la résistance électrique, de l'indice de réfraction et du pouvoir rotatoire de sérums sanguins normaux.* Note de MM. **Dongier** et **Lesage**, présentée par M. Lippmann.

« Dans le but d'utiliser diverses méthodes physiques (mesure des résistivités électriques, mesure des indices de réfraction, mesure du pouvoir rotatoire) pour l'étude de certains cas pathologiques, nous avons entrepris une enquête sur les sérums sanguins normaux de différentes origines.

» Les résultats qui vont suivre se rapportent à plus de deux cents échantillons provenant de sujets reconnus *sains*, après examen médical dans le cas du sérum humain, après examen vétérinaire dans le cas des animaux de boucherie [1] ou d'une autre nature.

» Les mesures ont été effectuées à la même température et ont naturellement porté sur des échantillons purs et clairs.

» *Résistance électrique.* — L'appareil d'Ostwald, dont nous avons fait usage dans notre étude *Sur le lait et la fermentation lactique* [2], se prête à des observations rapides et comparables entre elles avec une approximation suffisante qui est de l'ordre du $\frac{1}{200}$.

---

[1] Ces échantillons ont pu être recueillis aux abattoirs de la Villette, grâce à la complaisance de MM. Mulet et Saucličres.

[2] *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 10 mars 1902, p. 612.

» Voici les résultats obtenus pour la résistivité à la température de 16°,7 :

Sérum humain adulte		100 ohms	à	300 ohms
» de mouton	au-dessous de 2 ans	90	à	97
	au-dessus de 2 ans	97	à	98
» de veau		97	à	100
» de bœuf		97,5	à	103,5
» de cheval		99	à	104
» de chien		93	à	96
» de lapin et de cobaye		96	à	97

» *Indices de réfraction.* — Nous avons employé le réfractomètre de M. Féry (nouveau modèle construit par M. Pellin), qui accuse entre les indices des liquides des différences de l'ordre du quatrième chiffre décimal.

» Voici les nombres observés. Température = 16°,7 :

Sérum humain adulte	n = 1,3475 ohms	à	1,3518 ohms
» de mouton	n = 1,3475	à	1,3495
» de veau	n = 1,3458	à	1,3480
» de bœuf	n = 1,3488	à	1,3500
» de cheval	n = 1,3494	à	1,3503
» de chien	n = 1,3462	à	1,3470

» *Pouvoir rotatoire.* — On sait que le pouvoir rotatoire du sérum sanguin est gauche; les observations au polarimètre Laurent ont fourni, avec le jaune du sodium, dans un tube de 5^{cm} de longueur, des rotations qui ont varié, pour une même espèce, d'un individu à l'autre, entre 1°14′ et 2°11′.

» *Remarque.* — Parmi ces résultats, ceux relatifs à la résistivité sont en relation directe avec la teneur saline du sérum sanguin; ils accusent entre eux des différences qui sont faibles, surtout chez les adultes. Cette constatation a son importance si l'on considère que les sérums étudiés provenaient d'individus *sains* d'origines et d'alimentations très variées. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la composition des hydrates de gaz.* Note de M. DE FORCRAND.

« I. La composition des hydrates de gaz, malgré le nombre considérable de travaux publiés sur ce sujet, paraît fort difficile à déterminer directement.

» A part certains cas particuliers, comme $HCl + 2H^2O$, pour lesquels la composition de l'eau mère ne diffère pas sensiblement de celle des cristaux, il arrive toujours que les cristaux retiennent un excès d'eau mère dont la richesse en gaz est beaucoup moindre que celle du corps à analyser, de sorte que l'on obtient constamment un nombre de molécules d'eau trop élevé. Il est d'ailleurs impossible de chercher à les dessécher, soit avec du papier poreux, soit au moyen d'un centrifugeur, car leur tension de dissociation est trop grande et, pendant cette opération, il y a perte de gaz et mise en liberté d'une nouvelle dose d'eau.

» En sens inverse, si l'on cherche à opérer sous pression ou bien en maintenant les cristaux formés dans le gaz liquéfié, on peut craindre que ces cristaux retiennent un excès de gaz dissous. Et alors le nombre des molécules d'eau trouvées par l'analyse n'est même plus certainement un maximum.

» C'est ce qui explique que les résultats les plus divergents ont pu être publiés. Pour l'hydrate de SO^2 par exemple, on a proposé successivement $14H^2O$ (de la Rive), puis 9 ou $10H^2O$ (I. Pierre), $15H^2O$ (Schönfeld), 8, 9 ou $7H^2O$ (Roozeboom), en opérant par dessiccation des cristaux, tandis que M. Villard a obtenu $6H^2O$ en maintenant les cristaux en présence de SO^2 liquéfié. Si bien que quelques auteurs pensent que l'anhydride sulfureux peut donner plusieurs hydrates de compositions différentes.

» II. Je crois que la relation que j'ai donnée

$$\frac{Q}{T'} = 30,$$

dans laquelle Q est la chaleur de formation de l'hydrate solide à partir du gaz et de l'eau *solide*, et T' la température (absolue) pour laquelle l'hydrate a une tension de 760^{mm}, permet de résoudre très simplement le problème posé dans la plupart des cas.

» On peut, à cet effet, suivre deux voies différentes :

» III. Presque toujours T' peut être déterminé assez exactement par mesure directe. On en déduit

$$Q = 30T'.$$

» D'autre part, on peut connaître la chaleur de formation Q', à partir de la molécule gazeuse et de l'eau *liquide*, soit par une détermination directe, soit par le calcul au moyen de la formule de Clapeyron appliquée à la courbe de dissociation. J'ai donné récemment ces deux résultats pour l'hydrate de chlore.

» Or Q' est toujours plus grand que Q et en diffère exactement par la chaleur de solidification des n molécules d'eau combinées à la molécule gazeuse. On aura donc :

$$Q' = Q + n \times 1430;$$

d'où

$$n = \frac{Q' - Q}{1430}.$$

» Enfin, dans le cas où la mesure directe de T′ n'est pas possible, par exemple pour les hydrates de CO^2, de CH^4, etc., parce que T′ est inférieur à 273°, on peut encore l'obtenir au moyen de la formule de Clapeyron :

$$Q' = 0,002 \log . \frac{P}{760} \cdot \frac{t \times T'}{t - T'},$$

Q′ étant connu, et P étant une des tensions de la courbe mesurée à une température t supérieure à T′.

» IV. On peut aussi faire le raisonnement suivant :

$$Q = L + S + q$$

et

$$\frac{q}{1000} = \frac{\theta}{D} = \frac{T' - T}{D},$$

T étant la température d'ébullition du gaz sous la pression de 760^{mm}, et D l'équivalent thermique de la vaporisation (en moyenne 33°, 33).

» On aura donc :

$$Q' = L + S + n \times 1430 + \frac{T' - T}{D} \times 1000;$$

Q′ est déduit, comme précédemment, des courbes de dissociation, ou bien fourni par une mesure directe.

» T′ est obtenu par les mêmes courbes ou bien calculé comme plus haut.

» T est généralement connu, ou bien peut être calculé par les tensions de vapeurs.

» Quant au terme (L + S), chaleur de solidification de la molécule gazeuse, on peut le plus souvent le mesurer directement.

» On a alors avec plus de sécurité la valeur de n, parce que l'incertitude de $\frac{1}{15}$ de ma relation n'affecte plus que le terme D et, par suite, $\frac{T' - T}{D}$, qui a moins d'importance que Q.

» Cependant, si l'on ne connaissait pas (L + S), on pourrait encore en déduire la valeur de l'égalité

$$L + S = 30T;$$

mais, dans ce cas, l'incertitude serait la même qu'avec la première méthode, et les deux raisonnements se confondraient.

» On voit que l'on peut obtenir ainsi le nombre n, avec une approximation qui est toujours plus grande que $\frac{1}{15}$, ce qui suffit dans tous les cas.

» Je donnerai prochainement plusieurs applications de cette règle. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'hydrogène sur l'amalgame de strontium.* Note de **M. Guntz.**

« J'ai indiqué ([1]), dans un précédent travail, qu'en chauffant dans un courant d'hydrogène de l'amalgame de strontium on obtenait de l'hydrure de strontium pur SrH^2 que M. Gautier a obtenu également par une autre méthode ([2]).

» Il faut prendre cependant quelques précautions lorsqu'on veut obtenir ce composé exempt de mercure. On commence par concentrer l'amalgame de strontium pauvre obtenu par électrolyse en le chauffant dans le vide dans une cornue en verre; on arrête la distillation lorsque l'amalgame contient de 12 à 15 pour 100 de métal. C'est un produit poreux, d'aspect métallique lorsqu'on évite l'action de l'air, qu'on chauffe progressivement jusqu'au rouge dans un tube de porcelaine rempli d'hydrogène. Vers 500°, l'hydrogène commence à être absorbé; il se produit entre la vapeur de mercure, l'hydrogène et le strontium, un équilibre réglé par la température et les masses relatives. Mais, comme l'extrémité du tube de porcelaine est refroidie, on se trouve dans le cas des mélanges non homogènes, et dans ces conditions tout le mercure est déplacé; comme la réaction est réversible, on peut observer aussi le déplacement inverse en chauffant, au rouge sombre, de l'hydrure dans un courant de vapeur de mercure.

» On observe ce résultat lorsque les différentes parties de la nacelle ne sont pas à la même température; SrH^2 se forme d'abord dans la partie la plus chaude, puis est décomposé par la vapeur de mercure provenant de l'amalgame moins chaud qui se décompose; le dégagement de l'hydrogène produit alors dans l'appareil une augmentation de pression caractéristique. En laissant au contraire un volume limité d'hydrogène au contact de l'amalgame, on constate que, par la formation d'hydrure de strontium, le vide complet se fait dans l'appareil tant que la température est inférieure à 900°. Lorsqu'on chauffe davantage, le vide ne se fait plus complètement, comme on le constate par l'observation du niveau du mercure dans le manomètre témoin. Ce résultat est dû à la tension de dissociation de l'hydrure de strontium. Ces phénomènes sont semblables à ceux si bien observés par MM. Troost et Hautefeuille sur les hydrures de potassium et de sodium. Pour mesurer ces tensions, on peut opérer de deux manières, en chauffant : 1° de l'amalgame de strontium avec un volume limité d'hydrogène et en observant jusqu'à quelle limite H s'absorbe, 2° de l'hydrure en

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXIII, p. 1209.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXXXIV, p. 100.

mesurant la pression de H dégagé. Ces deux méthodes ont la même cause d'erreur, qui provient de la volatilité des substances en présence : au delà de 1000°, strontium, amalgame et hydrure sont volatils et vont se condenser au dehors de l'endroit où se mesure la température, ce qui rend presque impossible la mesure de pressions stationnaires. Il faut d'ailleurs toujours opérer sur des quantités de matière assez grandes pour que les mesures soient possibles.

» J'ai trouvé ainsi comme moyenne de plusieurs expériences :

Températures......	1000°	Tensions..........	100^{mm}
»	1100°	»	300^{mm}

Ces nombres permettent, à l'aide de la formule de Clapeyron, de calculer la chaleur de formation de l'hydrure de strontium à partir des éléments. J'ai trouvé ainsi

$$\text{Sr sol.} + \text{H}^2 \text{gaz} = \text{Sr H}^2 \text{sol.} \ldots\ldots \quad +38^{\text{Cal}},4$$

» La mesure directe de la chaleur de formation de l'hydrure confirme cette valeur. On décompose par l'eau de l'hydrure fondu dans un courant d'hydrogène à la plus basse température possible, employé en gros fragments pour que la réaction ne soit pas trop vive.

» Dans ces conditions, à 10°, j'ai trouvé

$$\text{Sr H}^2 \text{sol.} + n\,\text{H}^2\text{O liq.} = \text{Sr (OH)}^2 \text{diss. étendue} + \text{H}^2 \ldots\ldots \quad +54^{\text{Cal}},75$$

en admettant pour la chaleur de formation de la strontiane le nombre de Thomsen

$$\text{Sr} + \text{O} = \text{Sr (OH) sol. étendue} \ldots\ldots \quad +158^{\text{Cal}},7$$

On en déduit

$$\text{Sr sol.} + \text{H}^2 \text{gaz} = \text{Sr H}^2 \text{sol.} \ldots\ldots \quad +34^{\text{Cal}},7$$

» La différence entre les nombres trouvés par ces deux méthodes tient d'une part à la difficulté d'avoir les tensions exactes de l'hydrure, ensuite à ce que le nombre admis par Thomsen pour la chaleur de formation de la strontiane est probablement trop faible. En tout cas, on voit que la chaleur de fixation de l'hydrogène sur le strontium est considérable, $+17^{\text{Cal}},35$ par atome d'hydrogène fixé.

» La connaissance des tensions de dissociation de l'hydrure de strontium permet maintenant de donner les conditions exactes de préparation du strontium métallique à partir de ce composé.

» Lorsqu'on chauffe dans le vide vers 900° Sr H^2 contenu dans une nacelle en fer placée à l'intérieur d'un tube en nickel mince pour protéger les parois du tube de porcelaine, on constate que l'hydrure se décompose lentement en perdant de l'hydrogène, mais le strontium fondu reste partiellement seulement dans la nacelle, car à cette température la tension de vapeur du métal est déjà considérable. Le strontium volatilisé se dépose sur le nickel et sur la porcelaine; on ne peut le détacher de la

porcelaine, qui est attaquée et où il adhère fortement [1]. Tout près de la nacelle, sur le nickel, il y a une partie du tube où le dépôt de métal se fait lentement sur l'hydrure, et dont on peut détacher facilement une lame mince de strontium cristallisé blanc d'argent. Lorsqu'on veut opérer la décomposition de l'hydrure de strontium dans un courant d'hydrogène vers 1300°, température où la tension de dissociation est supérieure à la pression atmosphérique, comme je l'ai vérifié, il faut chauffer l'hydrure dans un creuset de fer profond fermé incomplètement, afin que le métal soit préservé d'une volatilisation trop rapide par une couche d'hydrure fondu. On obtient alors un produit d'aspect métallique, mais qui contient un peu d'hydrure dissous.

» Ces résultats expliquent les contradictions auxquelles on était arrivé dans la préparation du strontium à partir de l'amalgame. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons de l'alumine avec le sesquioxyde de chrome.* Note de M. **Duboin**. (Extrait.)

« En 1888, M. Lecoq de Boisbaudran a établi des circonstances dans lesquelles l'alumine se combine à l'oxyde de chrome et a conclu de ses expériences que dans le rubis ce dernier composé se trouve à l'état de sesquioxyde.

» J'ai trouvé un moyen de séparer l'oxyde de chrome non combiné dans ces expériences :

» 1° L'oxyde de chrome, soit anhydre et chauffé 1 heure et demie au rouge blanc, soit cristallisé, disparaît rapidement et totalement dans le chlorate de potasse en laissant l'alumine.

» J'avais chauffé :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Alumine chromée.....	0,7875	1,041	1,0195	1,094	0,8855	1,0245
Oxyde de chrome.....	0,045	0,09275	0,1045	0,137	0,200	0,3295
» J'ai retrouvé :						
Alumine chromée.....	0,79025	1,03525	1,013	1,0915	0,884	1,0230
Perte p. 100 d'alumine.	0,34	0,55	0,63	0,23	0,17	0,14

» On a donc là une méthode qui permettra de déterminer la proportion d'oxyde de chrome qui se combine à l'alumine, lorsqu'on chauffe ensemble ces deux oxydes.

[1] W.-A. Kahlbaum, *Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel*, Bd. XV, Heft I, p. 4.

» J'ai d'abord opéré avec de l'alumine pure calcinée au four Perrot et de l'oxyde de chrome. Le mélange des deux oxydes était calciné, pendant une demi-heure, au four Leclercq et Forquignon à la température du rouge blanc; la masse résultant de l'action a été traitée par le chlorate de potasse et le résidu repris par l'eau. Voici les résultats de trois expériences :

Teneur en Cr^2O^3....	15,27 pour 100	15,22 pour 100	16,04 pour 100

» Malgré la concordance des derniers nombres, je ne conclurai pas à une combinaison définie ($Cr^2O^3, 8Al^2O^3$ donnerait 15,78 pour 100), car la couleur rose violacé était mêlée de vert et était pareille à celle de mélanges plus riches en oxyde de chrome que j'ai retrouvés en employant des oxydes gélatineux.

» En second lieu, j'ai préparé divers mélanges d'alun de chrome et d'alun d'alumine ammoniacaux (ce dernier souillé de sulfate de potasse) et précipité leur dissolution bouillante par le carbonate d'ammoniaque, lavé le précipité et opéré sur le mélange d'oxydes obtenu comme précédemment. L'alun contenait 10,95 pour 100 d'alumine (moyenne de 10,94 et 10,96), l'alun de chrome 16,05 pour 100 d'oxyde (moyenne de 16,01 et 16,10).

» Les mélanges contenaient de 10,35 à 37,87 d'alumine qui ont été retrouvés à 1 ou 2 centièmes près.

» Les produits les plus pauvres obtenus sont d'une teinte rose plus ou moins violacée; pour les expériences ultérieures on voit apparaître une teinte verte de plus en plus intense.

» Enfin, j'ai chauffé des mélanges préparés de la même façon, dans lesquels l'oxyde de chrome était en grand excès par rapport à l'alumine. Le produit final est vert : traité par l'ammoniaque, il lui communique une teinte jaune, et la liqueur retient en dissolution de l'alumine.

» Il résulte de la deuxième série d'expériences que la quantité d'oxyde de chrome qu'on peut combiner à l'alumine est plus grande qu'on ne pouvait s'y attendre d'après les expériences de M. Lecoq de Boisbaudran; mais elles confirment la conclusion de M. Lecoq de Boisbaudran relative à l'état de l'oxyde de chrome dans le rubis; en outre, en donnant exactement les proportions combinées, elles apportent à ces conclusions un très grand poids.

» En effet, les conséquences que l'on peut tirer à cet égard de la couleur sont illusoires; ainsi, les mélanges à 15 pour 100 obtenus avec l'alumine calcinée sont plus pauvres en oxyde de chrome que des mélanges encore roses obtenus avec l'alumine gélatineuse, et, cependant, ils ont une

teinte qui les rapproche de ceux de ces derniers mélanges dont la teneur atteint 28 pour 100. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de dédoublement des acides amidotaririques.* Note de M. **Arnaud**.

« L'acide cétoxime-taririque $C^{18}H^{35}AzO^{3}$, préparé comme il a été dit précédemment (¹), donne deux acides amidotaririques isomères par l'action de l'acide sulfurique concentré à 100°, suivant la réaction de Beckmann, utilisée par Baruch pour élucider la constitution de l'acide stéarolique (²). Les acides amidotaririques, purifiés par cristallisation dans l'acide acétique glacial, forment de petites aiguilles blanches qui fondent à 75°-76°, très solubles dans l'alcool et dans l'acide acétique bouillant : c'est un mélange de deux isomères.

» En le chauffant en tube scellé, à 170°, avec de l'acide chlorhydrique fumant, on obtient quatre produits de dédoublement.

» La séparation des corps qui prennent naissance pendant cette réaction est assez compliquée et serait trop longue à exposer ici.

» Ces quatre corps cristallisés sont : d'une part, l'undécylamine $C^{11}H^{23}AzH^{2}$ et l'acide pimélique $C^{7}H^{12}O^{4}$; d'autre part, l'acide laurique $C^{12}H^{24}O^{2}$ et l'acide ε-amidocaproïque $C^{6}H^{13}AzO^{2}$.

» Tous ces corps ont été purifiés et analysés, les nombres obtenus concordent avec les formules indiquées ci-dessus.

» L'ensemble de la réaction peut se résumer ainsi :

$$CH^{3}-(CH^{2})^{10}-C(Az.OH)-(CH^{2})^{5}-CO^{2}H$$

Acide cétoxime-taririque.

donne par transposition moléculaire deux acides amidotaririques isomères :

$$C^{11}H^{23}-AzH-CO-(CH^{2})^{5}-CO^{2}H,$$

Acide amidotaririque α.

$$C^{11}H^{23}-CO-AzH-(CH^{2})^{5}-CO^{2}H.$$

Acide amidotaririque β.

» L'acide α donne par HCl fumant avec fixation d'eau :

$$C^{11}H^{23}AzH^{2} \quad \text{et} \quad CO^{2}H-(CH^{2})^{5}-CO^{2}H.$$

Undécylamine. Acide pimélique.

(¹) Arnaud, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 473 et 547.

(²) Baruch, *Berichte der deutsch. chem. Gesell.*, t. XXVII, p. 172.

» L'acide β donne :

$$C^{11}H^{23}CO^2H \quad \text{et} \quad AzH^2 - (CH^2)^5 - CO^2H.$$

Acide laurique. Acide ε-amidocaproïque (une leucine).

» L'ensemble de cette réaction conduit donc à adopter pour l'acide taririque la formule de constitution

$$CH^3 - (CH^2)^{10} - C \equiv C - (CH^2)^4 - CO^2H,$$

à laquelle j'avais déjà été amené par l'étude des produits d'oxydation de cet acide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le diacétylbenzoyléthane et l'acétylméthylphénylfurfurane.* Note de M. **Fr. March**, présentée par M. Haller.

« J'ai indiqué dans une Note précédente ([1]) la préparation du diacétylbenzoyléthane ou phénacylacétylacétone, auquel j'ai donné la formule $(CH^3 - CO)^2 = CH - CH^2 - CO - C^6H^5$, et quelques-unes de ses propriétés. J'ai depuis poursuivi l'étude de ce composé et de ses dérivés, étude qui m'a permis de vérifier que les trois groupes cétoniques CO occupent bien l'un par rapport à l'autre la place indiquée par cette formule.

» La phénacylacétylacétone se conduit en effet tantôt comme une dicétone β, tantôt comme une dicétone γ. En tant que dicétone β, elle se combine à l'hydroxylamine, à la phénylhydrazine, à la semicarbazide en fournissant des isoxazols et des pyrazols. Elle donne aussi les réactions des dicétones 1-3, comme je l'ai déjà montré, avec les alcalis, l'acétate de cuivre, le perchlorure de fer, le carbonate de soude.

» En tant que dicétone γ, elle peut fournir un produit de déshydratation par perte d'une molécule d'eau, l'acétylméthylphénylfurfurane, et se combiner avec l'ammoniaque en solution alcoolique en donnant naissance à un phényl-2-acétyl-4-méthyl-5-pyrrol-1.

» *Action de l'hydroxylamine.* — Suivant les proportions d'hydroxylamine employée, on obtient l'isoxazol de la phénacylacétylacétone ou bien l'oxime de cet isoxazol.

» 1^{mol} de tricétone se combine en effet avec 1^{mol} d'hydroxylamine avec élimination

---

([1]) Fr. March, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 45.

de 2^{mol} d'eau pour former le composé *diméthyl-3-5-phénacyl-4-isoxazol-1* :

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CH^2 - CO - C^6H^5 \\ \qquad\qquad\qquad\; | \\ CH^3 - C - C = C - CH^3 \\ \qquad\; \| \qquad\qquad\; | \\ \qquad Az \text{———} O \end{array}$$

qui fond à 124°-125°, est soluble dans l'alcool et dans l'éther, insoluble dans l'eau et l'éther de pétrole et se présente cristallisé en fines aiguilles.

» Cet isoxazol, traité à son tour par l'hydroxylamine, dans les mêmes conditions, fournit une oxime en magnifiques cristaux fondant à 131°, solubles dans l'alcool bouillant et répondant à la formule

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CH^2 - C(AzOH) - C^6H^5 \\ \qquad\qquad\qquad\; | \\ CH^3 - C - C = C - CH^3 \\ \qquad\; \| \qquad\qquad\; | \\ \qquad Az \text{———} O \end{array}$$

On l'obtient encore directement en traitant la phénacylacétylacétone par un excès d'hydroxylamine.

» *Action de la phénylhydrazine et de la semicarbazide.* — La phénylhydrazine et la semicarbazide fournissent, comme je l'ai montré précédemment, les composés $C^{19}H^{18}Az^2O$ fondant à 87°-88° et $C^{14}H^{15}Az^3O^2$ fondant à 262°-264°, qui ne sont autres que le *phényl-1-diméthyl-3-5-phénacyl-4-pyrazol* et le *diméthyl-3-5-phénacyl-4-pyrazolcarbonamide-1* et doivent avoir pour constitution

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CH^2 - CO - C^6H^5 \\ \qquad\qquad\qquad\; | \\ CH^3 - C - C = C - CH^3 \\ \qquad\; \| \qquad\qquad\; | \\ \qquad Az \text{———} Az - C^6H^5 \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CH^2 - CO - C^6H^5 \\ \qquad\qquad\qquad\; | \\ CH^3 - C - C = C - CH^3 \\ \qquad\; \| \qquad\qquad\; | \\ \qquad Az \text{———} Az - CO - AzH^2 \end{array}$$

» *Action de l'ammoniaque.* — La phénacylacétylacétone, traitée par une solution alcoolique saturée d'ammoniaque en tubes scellés pendant 5 heures à 150°, fournit un produit cristallisé en fines aiguilles incolores fusibles à 177°-178°, solubles dans l'alcool bouillant et répondant à la formule du *phényl-2-acétyl-4-méthyl-5-pyrrol :*

$$\begin{array}{l} CH^3 - CO \quad C - CH \\ \qquad\qquad\quad \| \qquad \| \\ \qquad CH^3 - C \quad C - C^6H^5. \\ \qquad\qquad\quad \diagdown \diagup \\ \qquad\qquad\quad AzH \end{array}$$

» *Phénylacétylméthylfurfurane.* — La phénacylacétylacétone, traitée, en solution acétique, par le chlorure de zinc, fournit, en très petite quantité, des aiguilles qui fondent à 56°-57° et distillent dans le vide à 179° sous 18^{mm}. Ce même produit s'obtient beaucoup plus facilement et avec d'excellents rendements par la simple distillation de la tricétone sous pression réduite. Celle-ci se décompose, en effet, sous l'action de la chaleur en perdant une molécule d'eau.

» Ce composé est soluble dans l'éther de pétrole bouillant, l'éther, l'alcool. L'en-

semble de ses propriétés et l'analyse conduisent à lui assigner la formule du phényl-1-acétyl-3-méthyl-4-furfurane

$$\begin{array}{l} CH^3 - CO - C - CH \\ \quad CH^3 - \overset{\|}{C} \quad \overset{\|}{C} - C^6H^5. \\ \qquad\quad \diagdown\diagup \\ \qquad\quad O \end{array}$$

» *Semicarbazone*. — Ce furfurane donne une semicarbazone $C^{14}H^{15}O^2Az^3$ fusible à 251°-252°, insoluble dans l'alcool même bouillant, assez soluble dans l'acide acétique.

» Avec la *phénylhydrazine* on a obtenu un produit impur fondant à 103° mais se décomposant immédiatement.

» *Oxime*. — Avec l'hydroxylamine ce furfurane fournit très facilement une oxime $C^{13}H^{13}O^2Az$ qui fond à 111°-112° et cristallise dans l'alcool bouillant. Soumise à l'action du perchlorure de phosphore d'après la réaction de Beckmann, elle est transformée, mais avec un très mauvais rendement, en un produit isomère qui fond à 146°-148°. Ce composé répond par l'analyse à l'amide cherchée

$$\begin{array}{l} CH^3 - AzH - CO - C - CH \\ \qquad\quad CH^3 - \overset{\|}{C} \quad \overset{\|}{C} - C^6H^5. \text{ »} \\ \qquad\qquad\quad \diagdown\diagup \\ \qquad\qquad\quad O \end{array}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le méthoéthénylbenzène*. Note de M. M. Tiffeneau, présentée par M. Haller.

« Les dérivés du benzène à chaîne méthoéthénylique ont été jusqu'ici peu étudiés; ces dérivés sont en effet assez peu connus.

» Errera (*Gaz. chim. ital.*, t. XXI, p. 88) a obtenu de petites quantités de paraméthoéthényltoluène $C^6H^4 \begin{cases} C \begin{cases} CH^2 \\ CH^3 \end{cases} \\ CH^3 \end{cases}$ en enlevant HCl au dérivé chloré primaire correspondant. R. Meyer et Rosicki (*Lieb. Ann.*, t. CCXIX, 1883, p. 282) ont obtenu d'une part le dérivé parasulfoné du méthoéthénylbenzène $C^6H^4 \begin{cases} C \begin{cases} // CH^2 \\ CH^3 \end{cases} \\ CH^3 \end{cases}$ par déshydratation du produit d'oxydation manganique de l'isopropylbenzène parasulfoné, et, d'autre part, le dérivé paracarboxylé $C^6H^4 \begin{cases} C \begin{cases} // CH^2 \\ CH^3 \end{cases} \\ CO^2H \end{cases}$ du même carbure par déshydratation du produit d'oxydation manganique du paracymène.

» Je me suis proposé d'étudier les carbures benzéniques à chaîne métho-éthénylique et de comparer leurs propriétés à celles des autres composés correspondants à chaîne latérale C^3H^7.

» Le métholéthénylbenzène, qui est le plus simple de ces carbures, s'obtient par déshydratation du diméthylphénylcarbinol qui peut lui-même être préparé soit par action de l'acétone sur le bromure de phénylmagnésium, soit en faisant réagir l'iodure de méthylmagnésium sur l'acétophénone ou sur l'éther benzoïque.

» En portant cet alcool à la température de son point d'ébullition, on peut provoquer partiellement sa transformation en méthoéthénylbenzène par perte d'eau, mais cette déshydratation est très incomplète; elle peut même quelquefois ne pas se produire, surtout lorsqu'on opère sur des quantités ne dépassant pas 100^g; l'alcool bout à 200°-201°.

» Le meilleur procédé de déshydratation consiste à chauffer cet alcool soit avec de l'anhydride acétique, soit avec de l'acide oxalique desséché. Le carbure brut ainsi obtenu est toujours mélangé d'alcool et de polymères; on le soumet à plusieurs rectifications; finalement la portion 160°-170° est soumise, à froid et en solution dans l'éther de pétrole, à l'action du sodium; on filtre, on distille l'éther de pétrole et l'on rectifie. Le méthoéthénylbenzène bout à 160°-162°; $D_0 = 0,9231$.

» Le point d'ébullition de ce carbure est intermédiaire entre celui du propénylbenzène (175°) et de l'allylbenzène (155°).

» L'hydrogénation du méthoéthénylbenzène, par le sodium et l'alcool absolu à l'ébullition, fournit avec des rendements presque quantitatifs l'isopropylbenzène (cumène) bouillant à 152°-153° et caractérisé par sa parasulfamide fondant à 110°; on sait que le même réactif transforme le propénylbenzène en *n*.-propylbenzène alors que l'allylbenzène ne s'hydrogène pas.

» Tandis que certains corps à chaînes propénylique (iso-eugénol, isosafrol) ou allylique (eugénol, safrol), soumis à l'action de MnO^4K aqueux, donnent les glycols correspondants, le méthoéthénylbenzène subit dans les mêmes conditions une oxydation énergique qui le transforme en acétophénone, d'une part, et en acides formique et acétique, d'autre part.

» Le méthoéthénylbenzène fixe exactement deux atomes de Br en donnant un dérivé dibromé liquide bouillant non sans décomposition vers 115° sous 8^{mm}. Le dérivé dibromé du propénylbenzène déjà connu est cristallisé (fond à 66°,5); chauffé avec l'acétate de potassium, il fournit une diacétine que la potasse transforme en glycol correspondant (Zincke, *D. ch. Ges.*, t. XVII, p. 710).

» Le dibromométhoéthénylbenzène, traité dans les mêmes conditions, ne donne pas de diacétine, mais le dérivé bromé non saturé C^9H^9Br. Pour transformer en glycol le dibromo-méthoéthénylbenzène, il suffit de le soumettre à une ébullition prolongée avec un excès d'eau, en présence de carbonate de baryte. Le même glycol se forme encore dans l'action d'une molécule de $IMgCH^3$ sur le benzoylcarbinol, ou de 3^{mol} de $IMgCH^3$ sur l'acétate de benzoylcarbinol, avec séparation ultérieure du triméthylcarbinol formé. Ce glycol fond à 37°-38°; chauffé avec de l'acide sulfurique au quart, il se transforme en phényl-2-propanal $C^6H^5CH\begin{cases}CHO\\CH^3\end{cases}$ (semicarbazone

fusible à 203°-204°); cette propriété est commune à tous les glycols-α possédant une fonction alcool primaire.

» L'action de I et HgO sur le méthoéthénylbenzène en solution dans l'alcool, suivant le mode opératoire indiqué par M. Bougault, fournit une iodhydrine que l'azotate d'argent transforme, comme je l'ai déjà indiqué antérieurement (*Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XXV, p. 276), en phénylacétone bouillant à 213°-214° (phénylhydrazone fusible à 83°, semicarbazone à 197°-198°); j'ai montré (*loc. cit.*) que, dans les mêmes conditions, le propénylbenzène caractérisé par son dérivé dibromé fondant à 66°,5 se transforme en phényl-2-propanal, réalisant ainsi une migration moléculaire précisément inverse de celle du méthoéthénylbenzène

$$C^6H^5 - CH = CH - CH^3 \rightarrow C^6H^5 - CH\begin{cases} CHO \\ CH^3 \end{cases}$$

$$C^6H^5 - C\begin{cases} // CH^2 \\ \diagdown CH^3 \end{cases} \rightarrow C^6H^5 - CH^2 - CO - CH^3.$$

» Dans une prochaine Note j'étudierai le mécanisme de cette curieuse réaction. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide oxyisopropylphosphinique.* Note de M. C. Marie, présentée par M. H. Moissan.

« Cet acide se forme, ainsi que je l'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 219), quand on fait bouillir longtemps un mélange d'acide hypophosphoreux et d'acétone. Il provient dans ce cas de l'oxydation lente par l'oxygène de l'air de l'acide $PO^2H^3C^3H^6O$. Par suite de la présence, dans les produits de la réaction, de petites quantités d'acides phosphoreux et phosphorique dont les sels de plomb se précipitent en même temps que celui de l'acide $PO^3H^3C^3H^6O$, ce dernier est difficile à purifier complètement et il a un point de fusion, 170°-171°, inférieur à celui de l'acide préparé par le procédé que je vais indiquer.

» *Préparation.* — On part du sel de plomb de l'acide isopropyl-hypophosphoreux $(PO^2H^2C^3H^6O)^2Pb$ purifié par cristallisation dans l'alcool. On précipite ce sel dissous dans l'eau par l'hydrogène sulfuré; on sépare le sulfure de plomb et l'on chasse par l'ébullition l'excès de H^2S. On traite ensuite la solution d'acide $PO^2H^3C^3H^6O$ ainsi obtenue par un peu plus que la quantité de chlorure mercurique exigée par la réaction:

$$2HgCl^2 + PO^2H^3C^3H^6O + H^2O = PO^3H^3C^3H^6O + 2HCl + Hg^2Cl^2.$$

» On élimine l'excès de mercure par l'hydrogène sulfuré et l'on évapore la solution acide obtenue pour chasser l'acide chlorhydrique. On obtient ainsi un produit sensiblement pur que l'on purifie complètement par cristallisation dans l'acide acétique

cristallisable bouillant. (Il faut environ 2 parties d'acide acétique pour une de produit à dissoudre.) Par refroidissement, la majeure partie de l'acide cristallise; on le lave à l'éther, dans lequel il est insoluble, et on laisse sécher à l'air.

» L'oxydation de l'acide $PO^2H^3C^3H^6O$ peut, d'ailleurs, s'effectuer par les oxydants usuels, chromates, sels ferriques, etc., et donne le même résultat, mais l'extraction du produit oxydé est beaucoup plus difficile; aussi le chlorure mercurique est-il l'oxydant le plus convenable. L'oxydation électrochimique essayée également n'a donné aucun résultat : avec une anode de platine, il y a simple électrolyse de l'eau sans oxydation, et, si l'on emploie une anode recouverte de peroxyde de plomb ou de manganèse, l'oxydation se produit, mais avec destruction de la molécule et formation d'acide phosphorique.

» L'acide préparé par cristallisation dans l'acide acétique bouillant forme de petits cristaux blancs fusibles à 175° en se décomposant. Il est très soluble dans l'eau et se dépose de ses solutions par l'évaporation spontanée en gros cristaux tendres facilement clivables. Il est insoluble dans l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, la ligroïne; peu soluble dans l'acétone sèche (4,4 pour 100 à chaud, 2 pour 100 à froid), très soluble dans l'acétone contenant 10 pour 100 d'eau (35 pour 100 à chaud, 17 pour 100 à froid), soluble dans l'acétate d'éthyle (18 pour 100 à chaud, 9 pour 100 à froid), soluble dans l'alcool. Il est inaltérable à l'air.

» Chauffé longtemps vers 150°-160°, il fond en se décomposant peu à peu; il perd de l'acétone et laisse de l'acide phosphoreux.

» Cette décomposition est d'ailleurs lente et n'est complète qu'à 250°, température à laquelle l'acide phosphoreux se décompose à son tour en donnant de l'acide phosphorique et PH^3.

» En solution aqueuse, une longue ébullition avec un acide étendu (HCl) le décompose très lentement en acétone et acide phosphoreux; les alcalis (NaOH) ne l'altèrent pas dans ces conditions.

» Son poids moléculaire ainsi que son analyse correspondent à la formule

$$PO^3H^3C^3H^6O;$$

le poids moléculaire a été déterminé par ébullioscopie dans l'acide acétique. Au point de vue acidimétrique, il est monoacide en présence d'hélianthine, et biacide en présence de phtaléine. Les virages sont surtout très nets quand on emploie la baryte pour les titrages. Il est donc nettement bibasique comme l'acide phosphoreux dont il dérive. Ce caractère d'ailleurs s'affirme par l'étude de ses sels.

» Au point de vue analytique, ses réactions sont les suivantes : Il n'est plus réducteur vis-à-vis des oxydants comme le chlorure mercurique, les chromates et les sels ferriques. En solution acide et à chaud il y a néanmoins réduction, par exemple du bichlorure, mais celle-ci est extrêmement lente et due au dédoublement provoqué par l'acide libre avec formation de PO^3H^3.

» En solution de sel de soude neutre à 10 pour 100 on obtient avec les solutions salines les réactions suivantes :

» Avec $CaCl^2$, $BaCl^2$, $SrCl^2$: précipité cristallin apparaissant à chaud et se redissolvant à froid, sauf le sel de Ca qui est le moins soluble.

» Les sels de magnésium, de zinc, de manganèse donnent également à chaud des précipités cristallins qui se redissolvent partiellement à froid.

» Avec les sels de nickel, de cobalt, de cuivre on obtient des précipités gélatineux; tous ces précipités sont solubles facilement dans les acides, même l'acide acétique.

» Le sel d'argent et le sel de plomb sont des précipités blancs, microcristallins, solubles dans l'acide azotique étendu.

» Dans une prochaine Note je décrirai plus complètement quelques-uns de ces sels et quelques autres dérivés de cet acide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des combinaisons organomagnésiennes sur les éthers β-cétoniques.* Note de M. V. Grignard, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai montré précédemment (1) que les combinaisons organomagnésiennes mixtes, entre autres propriétés, réagissaient très facilement sur les cétones et sur les éthers-sels pour donner des alcools tertiaires.

» On pouvait espérer que, dans le cas où ces deux fonctions se trouveraient réunies dans la même molécule, les deux groupements fonctionnels ne présenteraient pas la même vitesse de réaction, que le carbonyle réagirait avant le carboxyle, et qu'il serait possible, par suite, de réaliser des synthèses d'acides alcools tertiaires et de glycols bitertiaires; la production d'alcools tertiaires cétoniques paraissant, au contraire, improbable. C'est ce que je me suis proposé de vérifier, et je me suis adressé d'abord aux éthers β-cétoniques qui, en raison de leurs propriétés spéciales, forment un groupe bien distinct.

» J'ai étudié surtout l'action du méthyliodure de magnésium sur l'éther acétylacétique et sur ses dérivés de substitution aux atomes d'hydrogène mobiles.

» I. *Éther acétylacétique.* — Quel que soit le mode opératoire, le résultat est sensiblement le même. Pendant l'opération, il se dégage du méthane accompagné d'une faible quantité d'hydrogène; le traitement par l'eau régénère à peu près intégralement l'éther acétacétique, moitié à l'état libre, moitié sous forme de son dérivé magnésien.

» Ces faits peuvent s'expliquer aisément en admettant que l'éther acétacétique

(1) *Annales de l'Université de Lyon*, 1901, fasc. 6. — *Annales de Chimie et de Physique*, 1901, p. 433.

réagit uniquement sous sa forme énolique. On a alors

$$CH^3C(OH)=CH-CO^2C^2H^5+CH^3MgI=CH^3C(OMgI)=CH-CO^2C^2H^5+CH^4,$$

puis

$$CH^3C(OMgI)=CH-CO^2C^2H^5+H^2O=CH^3C(OH)=CH-CO^2C^2H^5+MgIOH$$

et

$$2CH^3C(OMgI)=CH-CO^2C^2H^5+Aq=\begin{matrix} CH^3CO=CH-CO^2C^2H^5 \\ \diagdown \\ Mg \\ \diagup \\ CH^3CO=CH-CO^2C^2H^5 \end{matrix}+MgI^2+Aq.$$

» II. *Éther éthylacétacétique.* — 1° En faisant réagir cet éther sur le méthyliodure de magnésium, molécule à molécule, j'ai obtenu, au bout de 2 jours, un mélange de l'éther inaltéré et du composé

$$(CH^3)^2C(OH)-CH(C^2H^5)-CO^2C^2H^5.$$

» En saponifiant par la potasse aqueuse à 10 pour 100, j'ai isolé le méthyl-2 éthyl-3 butanol-2 oïque qui bout à 147° sous 10^{mm} et cristallise dans un mélange d'éther et de ligroïne légère en fines aiguilles groupées en boules et fusibles à 71°-72°.

» 2° Après deux jours de chauffage au bain-marie, le produit de l'action de $\frac{1}{3}$ de molécule d'éther éthylacétacétique sur 1^{mol} de CH^3MgI régénère encore une forte proportion de l'éther primitif inaltéré et une portion supérieure qui m'a fourni, par saponification, le glycol

$$(CH^3)^2.C(OH).CH(C^2H^5).C(OH)(CH^3)^2,$$

corps solide, d'odeur fortement camphrée, à saveur brûlante, qui bout à 127°-128° sous 11^{mm} et cristallise dans l'éther en fines aiguilles fusibles à 52°.

» III. *Diéthylacétate de méthyle.* — Contrairement à ce que l'on aurait pu supposer, cet éther ne m'a pas conduit aux combinaisons prévues :

» 1° En faisant tomber CH^3MgI dans la quantité équimoléculaire de l'éther considéré et en traitant au bout de 24 heures, j'ai retrouvé à peu près la moitié de l'éther β-cétonique, et le reste était constitué presque exclusivement par du diéthylacétate de méthyle, bouillant à 135°-137° sous 736^{mm}. Il y a donc eu rupture de la molécule et élimination du groupement acétyle, probablement sous forme d'acétone.

» 2° Si l'on introduit, au contraire, l'éther diéthylacétacétique (1^{mol}) dans le méthyliodure de magnésium (3^{mol}), le traitement habituel, après 3 jours de chauffage au bain-marie, régénère intégralement l'éther primitif. En chauffant pendant 8 heures en autoclave, à 100°, je n'ai pu isoler qu'une faible portion 115°-120° sous 750^{mm}; c'est un hydrocarbure incomplet qui paraît être le produit de déshydratation de l'alcool $(C^2H^5)^2CH.C(OH)(CH^3)^2$ dont la formation s'explique par élimination du CH^3-CO-, comme dans le premier cas, et réaction normale de CH^3MgI sur le $-CO^2CH^3$.

» IV. *Éther éthylidène acétacétique.* — 1° Lorsqu'on introduit le composé organo-

métallique dans l'éther éthylidène-acétacétique, molécule à molécule, il se forme une combinaison jaune volumineuse qui empâte complètement le liquide. Le traitement ordinaire ne permet d'isoler qu'un peu d'éther acétylacétique et le reste est constitué par des produits de polymérisation qu'il m'a été impossible d'identifier.

» 2° Au contraire, si l'on fait tomber l'éthylidène-acétacétate d'éthyle dans le méthyliodure de magnésium, il se fait très peu de la combinaison solide, mais surtout un composé liquide qui se sépare de l'éther. Le traitement habituel ne permet pas d'isoler, par distillation, un produit défini, mais, par saponification, on obtient abondamment de la méthylisobutylcétone bouillant à 113°-116° sous 753mm, que j'ai identifiée [1] avec la méthylisobutylcétone obtenue par hydrolyse de l'éther isopropylacétacétique.

» Ce résultat ne me paraît guère explicable avec la formule attribuée habituellement à l'éther éthylidène-acétacétique

$$\begin{array}{l} CH^3 - CO - \underset{\displaystyle CH - CH^3}{\underset{|}{C}} - CO^2 - C^2H^5 \end{array}$$

; les faits connus jusqu'à présent ne permettant pas de supposer que les combinaisons organomagnésiennes puissent se fixer directement sur une double liaison. Il est au contraire très facile de l'interpréter en adoptant, pour ce genre de combinaisons, la formule proposée par Claisen. On a alors, par rupture de la liaison entre O et CH :

$$\begin{array}{l} CH^3 - C = CH - CO^2C^2H^5 \\ \quad\;\; | \qquad\;\; | \\ \quad\;\; O - CH - CH^3 \end{array} + CH^3MgI = \begin{array}{l} CH^3 - C = CH - CO^2C^2H^5 \\ \qquad\;\; | \qquad\; | \\ \qquad OMgI\; CH - CH^3 \\ \qquad\qquad\quad\; | \\ \qquad\qquad\quad CH^3 \end{array}$$

qui conduit, par action de l'eau, à la forme énolique de l'éther isopropylacétacétique dont l'hydrolyse fournit la méthylisobutylcétone.

» *En résumé*, les recherches précédentes montrent surtout qu'en présence des combinaisons organomagnésiennes :

» 1° L'éther acétylacétique réagit uniquement sous sa forme énolique ;

» 2° Ses dérivés monoalcoylés se présentent vraisemblablement comme un mélange des deux formes cétonique et énolique ;

» 3° Les produits de condensation des aldéhydes avec l'éther acétacétique possèdent la formule de Claisen. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune ichtyologique du bassin de l'Adour.* Note de M. G. DE SAINT-PAUL, présentée par M. Edmond Perrier.

« La faune ichtyologique (Poissons sédentaires) du bassin de l'Adour présente des particularités intéressantes. Certaines espèces, répandues dans le bassin de la Garonne, y font défaut; d'autres y sont tellement mo-

---

[1] Sa semicarbazone, non encore décrite, cristallise dans l'éther en lamelles nacrées fusibles à 132°-133° avec légère décomposition.

difiées qu'il y a lieu de les ranger dans des variétés spéciales. Pourtant, les deux bassins sont voisins, leurs affluents à peine distants, parfois, de quelques centaines de mètres, sans toutefois présenter des communications naturelles ou de main d'homme. L'Adour reçoit la plus grande part des eaux du versant nord des Pyrénées atlantiques. Il est séparé du bassin de la Garonne : par le plateau de Lannemezan, d'une altitude moyenne de 600^m; par une série de collines d'une altitude variant entre 180^m près d'Eauze et Gabarret, et 493^m dans les environs de Tournay; par la plaine des Landes, avec une ligne de partage des eaux d'une altitude variant de 110^m à 150^m; enfin, par le bassin de la Leyre et ceux des cours d'eau formant la série des étangs Landais. L'Adour, quoique très rapproché par ses affluents des eaux tributaires de la Garonne, n'a aucune communication actuelle avec ce fleuve, bien que, dans la région des Landes, les grandes pluies forment des marécages étendus, susceptibles de se déverser dans les tributaires des deux fleuves.

» Les Poissons sédentaires du bassin de l'Adour sont les suivants :

» La Perche (*Perca fluviatilis* L.); abondante, elle atteint le poids de 2^{kg}; de 1895 à 1900, il y a eu une disparition presque complète. Depuis, elle reparaît, mais tous les sujets capturés sont à peu près de la même longueur et de petite taille. Le Chabot (*Cottus Gobio* L.) assez rare. Le Goujon (*Gobio fluviatilis* Val.) très abondant avant l'immersion du Barbeau (1887), il a presque disparu. Cependant, depuis 1900, il reparaît par petites bandes, alors que les Barbeaux semblent décroître. La Loche (*Cobitis barbatula* L.) abondante dans les ruisseaux. La Tanche (*Tinca vulgaris* Cuv.) répandue dans les vieux lits. La Carpe (*Cyprinus Carpio* L.) très répandue, atteint un fort poids : 8^{kg}, 10^{kg}, 12^{kg}. Le Rotengle (*Scardinius Erythrophtalmus* Heck. et Kner), très répandu. Un Chevaine (*Squalius cephalus* Bonap.) spécial à l'Adour, différent de ceux répandus en France et à l'étranger, à tête relevée et pointue, à l'œil grand, se rapprochant du *Sq. Cavedanus* Bonap. signalé dans la péninsule Ibérique, en Italie et en Autriche. Une Vandoise, également spéciale à l'Adour (*Squalius Béarnensis* Blanch.), nommée l'*Aubour* dans le pays, ne ressemblant pas aux types de *Squalius* de la Garonne; paraissant une variété du *Sq. Burdigalensis* (Cuv. et Val.), mais avec une tête plus forte et des yeux très grands. Le nombre des rayons rameux de la dorsale est le même que chez le *Sq. cephalus* spécial à l'Adour. Le Vairon (*Phoxinus lævis* Agas.), très répandu, à coloration et aspect extérieur très variables. La Truite (*Trutta fario* Sieb.), coloration très variable, répandue dans les gaves, la Nive et la partie amont de l'Adour. Le Brochet (*Esox Lucius* L.), très répandu, atteignant le poids de 6^{kg} à 7^{kg}.

» Dans ces dernières années, l'Administration et les sociétés de pêcheurs ont tenté d'acclimater les espèces suivantes :

» Le Barbeau (*Barbus fluviatilis* L.), immergé en 1887 à Aire, a pullulé et atteint

le poids de 6^{kg} à 8^{kg}. Depuis 1900, leur nombre, devenu considérable, semble décroître. Leur multiplication a coïncidé avec la disparition du Goujon, devenue presque complète en 1889. Depuis, les Goujons reparaissent, alors que les Barbeaux deviennent plus rares. La Brême (*Abramis Brama* Val.). En 1898, 1899 et 1900, il a été immergé à Riscle de 1500 à 1800 adultes; ils semblent ne pas s'être reproduits; on n'en capture pas. La Truite arc-en-ciel (*Salmo irideus* Gunth.), immergée en grande quantité en 1898, 1899, 1900, 1901, par les sociétés de pêcheurs. Elle paraît ne pas survivre; on n'en capture pas.

» Si l'on compare la faune des Poissons sédentaires de l'Adour à celle de la Garonne, on voit que le *Barbus fluviatilis*, très répandu dans la Garonne, n'existait point dans l'Adour avant 1887; que le Barbeau méridional (*B. meridionalis* Ris.), fréquent dans certaines parties du bassin de la Garonne, ne se trouve point dans celui de l'Adour; que la Brême (*Abramis Brama* Val.) n'existe point dans l'Adour, alors qu'elle est répandue dans la partie moyenne de la Garonne; que les Chondrostomes ne sont point représentés dans l'Adour, alors que *Ch. Dremœi* Blanch. est très commun dans la Garonne et que des Chondrostomes sont signalés dans la péninsule Ibérique. Enfin, la Blennie Cagnette (*Blennius cagnotta* Val.) ne se trouve point dans l'Adour. Il y a également lieu de remarquer que le Brochet et la Perche, si communs dans ce dernier fleuve, sont très rares dans la Garonne, où ils ont été amenés sans doute par le canal du Midi et le canal Latéral.

» *En résumé*, ces deux fleuves, issus de la même chaîne de montagnes, voisins par leurs affluents, soumis en apparence aux mêmes conditions de régime, de climat et de terrain, présentent des différences profondes en ce qui concerne leur faune ichtyologique. Il y a là une dissemblance remarquable, dont je me propose de rechercher l'origine, en étudiant avec soin l'éthologie de chaque espèce dans les deux bassins. En tout cas, il est important de montrer combien l'acclimatation d'espèces de Poissons, même effectuée d'un bassin à un autre fort voisin, peut prêter à des déconvenues. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'origine épithélio-glandulaire des cellules séminales.* Note de M. G. Loisel, présentée par M. Alfred Giard.

« Les recherches que nous avons faites, depuis trois ans, sur le testicule du Moineau adulte nous ont montré que les spermatozoïdes apparais-

sent seulement au printemps de chaque année pour disparaître complètement à la fin de l'été.

» Pendant l'hiver, entre chaque spermatogénèse, l'épithélium des tubes séminipares est formé d'éléments (les uns primitifs, *cellules germinatives*; les autres dérivés des précédents, *spermatogonies oviformes*) semblables à ceux que l'on trouve, avant la puberté, dans le testicule fœtal de tous les Vertébrés. Nous avons reconnu ensuite que ces éléments élaboraient des produits de sécrétion interne.

» C'est sur cet épithélium glandulaire de l'hiver que s'édifie, au printemps, l'épithélium séminifère du Moineau.

» A cette époque, les spermatogonies dépensent leurs *ingesta* en cinèses successives, formant ainsi la zone de prolifération, d'où sortent continuellement les cellules séminales proprement dites.

» Quant aux cellules germinatives, elles continuent à sécréter, mais leurs corps cellulaires, se trouvant remaniés par la multiplication des cellules séminales, perdent leurs limites et prennent alors l'aspect d'un vaste syncytium nucléé. De ces cellules, les unes (*cellules de Sertoli, cellules pédieuses, cellules nourricières, cellules végétatives*, etc.) exagèrent la sécrétion de l'hiver et versent dans le testicule une substance qui agit avec une nouvelle intensité, d'abord sur les cellules séminales, ensuite sur les cellules somatiques. Les autres (*spermatogonies de réserve, cellules spores, cellules indifférentes, spermatogonies poussiéreuses*, etc.) restent pendant l'été comme réserve pour former de nouvelles spermatogonies à l'hiver suivant.

» Cette manière de concevoir les débuts de la spermatogénèse, qui sera développée dans un Mémoire actuellement sous presse ([1]), trouve sa confirmation dans des travaux récents faits pourtant dans un tout autre but.

» En 1893, Retzius, voulant étudier les nerfs du testicule, avait vu, chez le chat, la méthode de Golgi colorer exclusivement les cellules de Sertoli. Cette année, Cavalié a refait les mêmes recherches ([2]) sur le lapin et la poule. Il ne voit pas les cellules de Sertoli mais remarque que certains éléments de la couche profonde de l'épithélium séminifère se teignent fortement en noir par le chromate d'argent. Ces faits restent inexpliqués par Retzius et par Cavalié; mais, si on les rapproche des résultats obtenus, d'un côté par Fañianas, Cajal, Sala, etc., sur les glandes ordinaires traitées également par le Golgi, de l'autre, par nous-même, sur les testicules du moineau fixés et colorés

---

([1]) G. Loisel, *Études sur la spermatogénèse chez le Moineau domestique* (suite) (*Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, t. XXXVIII, 1902, p. 112-177, avec 4 pl. et 10 fig. dans le texte).

([2]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 14 mars 1902.

par des méthodes différentes, nous voyons que les colorations observées par Retzius et par Cavalié doivent être dues à une sécrétion imprégnant les cellules de Sertoli et les cellules germinatives.

» Dans les glandes ordinaires, il est vrai, la méthode de Golgi colore seulement la sécrétion, alors que dans les testicules, non seulement la cellule de Sertoli tout entière, mais encore le faisceau de spermatozoïdes qui la surmonte sont teintés uniformément en noir. Cette différence s'explique par ce fait que les cellules de Sertoli sont des éléments d'une glande à sécrétion interne; leurs produits s'étendent par imbibition le long du faisceau sus-jacent et entre les cellules séminales voisines; il suffit de jeter un coup d'œil sur les figures données par Retzius pour retrouver, entre ces dernières cellules, les homologues des *canalicules* ou *capillaires de sécrétion* décrits par les auteurs dans les glandes ordinaires.

» Dans un autre Travail récent, *Sur la spermatogénèse chez les Tritons*, par F.-A. Janssens [1] nous trouvons également une autre confirmation de nos idées. Chez ces animaux Janssens décrit en effet, sous le nom de *cellules mères primitives* ou *spermatogonies polymorphes de premier ordre* [2], les éléments souches d'où dérivent les cellules séminales. Or Janssens remarque que ces éléments sont dans un état d'anabolisme très actif. Il trouve, dans leur corps cellulaire, non seulement des élaborations figurées, mais encore des substances semi-liquides qui sont probablement, dit-il, des lécithines ou des lécithalbumines.

» Toutes ces productions sont-elles utilisées par les cellules mères? Ou bien une partie, du moins, devient-elle un produit de sécrétion interne? L'auteur ne nous le dit pas. Mais, d'une façon ou d'une autre, il faut toujours en conclure que, chez les Tritons, la zone d'où dérivent les cellules séminales est formée de cellules élaboratrices, sinon véritablement glandulaires.

» On sait, du reste, que toute cellule glandulaire commence par être un élément anabolique, et l'on trouve toutes les transitions entre les véritables cellules glandulaires et les cellules qui, comme l'ovule, gardent dans leur intérieur les produits qu'elles ont élaborés.

» En résumé, tous ces travaux récents viennent ajouter un nouvel ordre de faits à ceux que l'on trouvera dans notre Mémoire. Et en tenant compte de l'ensemble de ces faits, nous pouvons conclure que, dans toutes les classes des Vertébrés : chez les Mammifères, chez les Oiseaux, chez les Reptiles et chez les Poissons, les cellules séminales dérivent d'un épithélium glandulaire. »

---

(1) *La Cellule*, 1901, t. XIX.

(2) D'après Janssens, ces cellules pourraient se diviser par amitose, sans que cette division soit suivie de dégénérescence, comme nous l'avons vu pour les cellules germinatives du Moineau. Il est probable cependant qu'il faut plutôt homologuer les cellules mères de Janssens à nos spermatogonies oviformes; dans ce cas elles dériveraient elles-mêmes des cellules folliculaires que Janssens ne fait que signaler.

BOTANIQUE. — *Sur l'identité générique du* Zygodia axillaris *Benth. et des* Baissea. Note de M. **Henri Hua**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Le genre *Baissea,* créé en 1844 par A. de Candolle ([1]) pour une liane du Fouta-Djallon, et le genre *Zygodia*, caractérisé par Bentham ([2]) en 1876 sur une espèce du Cameroun, se trouvent, dans le *Genera Plantarum* de Bentham et Hooker, placés dans deux groupes distincts des Apocynacées-Échitidées et séparés dans la série linéaire par huit genres très différents entre eux. Cette séparation, maintenue par les auteurs subséquents, est loin d'être légitime pour toutes les espèces; nous allons le démontrer.

» Les deux espèces types de ces deux genres sont certainement assez distinctes d'aspect. Chez le *Baissea multiflora,* les riches inflorescences masquant les feuilles sont composées de fleurs à lobes allongés, étalés en élégantes étoiles à cinq branches. Chez le *Zygodia axillaris,* ce sont de petites cymes pauciflores plus courtes que les feuilles axillantes, et dont les éléments constitutifs sont beaucoup plus petits, à lobes courts, à peine étalés, ce qui donne à l'ensemble de la corolle l'aspect dit *campanulé.*

» Malgré ces différences apparentes, les rameaux florifères de l'une et l'autre espèce sont absolument comparables. Ils portent à chaque nœud une paire de cymes accompagnée de vraies feuilles vers la base du rameau et de bractées courtes vers le sommet, de telle sorte que l'inflorescence totale à l'extrémité a cet aspect que l'on désigne sous le nom de *panicule,* sans préjuger de sa constitution essentielle. La différence provient de ce que chez le *Baissea multiflora* cette panicule est très importante et les nœuds basilaires folifères peu nombreux, alors que chez le *Zygodia axillaris* c'est exactement le contraire.

» Depuis lors, l'étude de la flore africaine a fait connaître une vingtaine d'espèces de *Baissea*, y compris celles désignées en Allemagne sous le nom de *Guerkea* ([3]), et qui sont inséparables des autres, comme nous l'avons montré dès 1898 ([4]).

» Ces diverses espèces présentent, aussi bien pour l'aspect de l'inflorescence totale que pour la structure intime de la fleur, des intermédiaires entre les deux espèces que nous avons en vue. Dans cette Note, j'insisterai surtout sur l'analogie absolue de la structure de la fleur du *Zygodia axillaris* et de certains *Baissea,* décrits comme tels, soit par M. Stapf en Angleterre, soit par moi-même en France, dans le travail cité plus haut.

([1]) *Prodrome*, t. VIII, p. 424.

([2]) *Genera Plantarum,* t. II, p. 716. — Hooker's, *Icones Pl.,* Tab. 1184.

([3]) K. Schumann, in *Pflanzenfamilien,* t. IV, 2e série, 1895; p. 180.

([4]) *Bulletin de la Société linnéenne de Paris,* nouvelle série, 1898, nos 1 et 2.

» La fleur du *Zygodia axillaris* Benth. est presque identique à la fleur des *Baissea* à corolle courte; elle rappelle en particulier celle des *B. dichotoma* Stapf, et *B. Baillonii* Hua. Même calice à 5 sépales courts, obtus ou arrondis au sommet, pubescents à l'extérieur, glabres à l'intérieur, avec 5 glandes internes. Même corolle à tube très court, s'évasant immédiatement au-dessus du niveau où il sort du calice en une gorge presque hémisphérique, à lobes à peine plus longs que le tube, relativement larges, subaigus au sommet; très légèrement pubescente extérieurement, cette corolle est glabre intérieurement au-dessus du niveau d'insertion des étamines alors qu'au-dessous elle est garnie de poils disposés en 5 plages triangulaires, la pointe tournée vers le bas, alternant avec la portion des filets staminaux concrescente avec le tube de la corolle et qui porte aussi quelques poils. Cette disposition des poils infrastaminaux est constante chez tous les *Baissea* et y est toujours accompagnée d'un autre caractère des plus typiques pour la diagnose de ce genre : la présence, immédiatement au-dessus de l'insertion de chaque étamine, d'une callosité saillante vers l'intérieur. Chez le *Zygodia axillaris* comme chez les *Baissea dichotoma*, *Baillonii* et quelques autres, cette callosité est élargie dans le sens transversal.

» Dans les étamines, l'ovaire, le style, et même le disque crénelé qui garnit la base de l'ovaire, l'organisation est identique, à des différences de détail près : ainsi le disque du *Zygodia axillaris* présente des cils, absents chez les deux autres espèces; les apicules terminaux du stigmate y sont grêles comme chez le *B. dichotoma*, alors qu'ils sont robustes chez le *B. Baillonii*.

» Nous ne parlerons de l'appareil végétatif que pour signaler l'analogie des feuilles du *B. Baillonii* avec celles du *Zygodia axillaris* : presque sessiles, à base légèrement cordée, à bords parallèles dans le corps du limbe, à sommet acuminé, elles diffèrent de celles du *B. dichotoma* qui sont longuement pétiolées, et également atténuées aux deux extrémités, comme chez d'autres telles que les *B. ogowensis* Hua, *elliptica* Stapf, etc. Celles qui les rappelleraient le plus par leur silhouette générale aussi bien que par la nervation sont certaines feuilles de *B. multiflora* D. C., dont la fleur est aussi dissemblable que possible tout en offrant en commun les caractères essentiels du genre tels qu'ils sont définis dans notre travail de 1898.

» Il résulte de cette étude que le *Zygodia axillaris* doit être considéré comme un *Baissea* et prendre le nom de *Baissea axillaris*.

» Nous ne sommes pas seuls à avoir vu ce rapprochement, si nous sommes les premiers à en avoir conscience. MM. de Wildeman et Durand avaient fait pour des échantillons du Congo indépendant, portant le n° 250 de Gillet et conservés à l'Herbier de Bruxelles, un *Guerkea Schumanniana*, dont la spécificité nous avait paru douteuse lorsque nous l'y avions vu l'automne dernier. Un petit échantillon mis gracieusement à notre disposition par M. de Wildeman auquel nous faisions part de nos doutes, nous a permis de faire des analyses comparatives d'où il résulte que le *Guerkea Schumanniana* est identique au *Zygodia axillaris* Benth. et doit, avec ce

dernier, être rangé sous le vocable *Baissea axillaris*, puisque les *Guerkea*, nous l'avons dit, sont de vrais *Baissea*.

» Le genre *Baissea* ainsi constitué par la réunion des anciens *Baissea*, des *Guerkea* et du *Zygodia axillaris* comprend des espèces de port variable, mais faciles à rapprocher les unes des autres par les caractères floraux, dont les plus saillants sont : la présence à l'intérieur de la corolle de *callus suprastaminaux* immédiatement au-dessus du point de détachement des filets; la constitution du style en trois parties : une colonne basilaire s'élargissant de la base au sommet, souvent très courte ; une portion glanduleuse à laquelle se soudent les étamines; un chapiteau hémisphérique ou conique, muni de cinq côtes plus ou moins marquées à la suite de la pression des étamines dans le bouton et dont la base sécrète des corpuscules d'apparence muqueuse, ayant probablement à jouer dans la fécondation un rôle que nous chercherons ultérieurement à préciser, tandis que le sommet s'effile en deux apicules, tantôt courts et robustes, tantôt allongés et grêles, mais toujours aigus et bien dessinés.

» En faisant rentrer dans un même genre toutes les espèces ayant en commun ces caractères faciles à vérifier et qui se tiennent ensemble, nous espérons avoir, sur ce point particulier, amélioré la classification des Apocynacées. La suite de nos études nous conduira à étendre à toute la famille ce résultat de détail.

» Remarquons, avant de terminer, que tout en faisant rentrer le *Zygodia axillaris* dans le genre *Baissea*, nous en maintenons distinctes les autres espèces de *Zygodia*. La seule que nous ayons pu analyser jusqu'ici, le *Z. urceolata* Stapf, est bien différente, notamment par l'absence complète de callus suprastaminaux, par l'extension des plages poilues interstaminales bien au-dessus de l'insertion des étamines, et par la forme de la masse stigmatique, franchement conique, à apicules très courts et très obtus. »

MÉDECINE. — *Traitement du rachitisme par l'huile de foie de morue lécithinée*. Note de M. G. Carrière, présentée par M. Bouchard.

« Quelque opinion que l'on se fasse des théories chimiques du rachitisme ce qu'on ne peut nier c'est que la médication phosphorée donne de bons résultats dans le traitement de cette maladie. L'association de l'huile de foie de morue aux phosphates (méthode de Marfan), celle de l'huile de foie de morue au phosphore (méthode de Kassovitz) se montrent particulièrement efficaces.

» Partant de cette donnée, me basant sur ce que l'on sait à l'heure actuelle de l'action physiologique de la lécithine sur le développement (Danilewski, Desgrez et Ali-Zaki, Carrière), sur la croissance, sur l'assimilation et la désassimilation (Serono, Desgrez et Ali-Zaki, Tonelli, Carrière), j'ai pensé qu'il était logique d'essayer de traiter les rachitiques par l'huile de foie de morue lécithinée.

» Muggia, en 1898, a déjà obtenu, dit-il, de bons effets de la lécithine dans le traitement de l'athrepsie. Mais jamais, jusqu'à ce jour, on n'a appliqué ce médicament au traitement du rachitisme.

» Nous avons employé l'huile de foie de morue blonde additionnée de lécithine provenant de l'œuf dans la proportion de $2^{g},05$ de lécithine pour 500^{g} d'huile.

» Depuis le mois de janvier 1901, nous avons traité cinq enfants rachitiques par cette méthode. Nos enfants prenaient, suivant l'âge, 1, 2, 3, 4 cuillerées à soupe d'huile par jour, au moment du repas, de $0^{g},05$ à $0^{g},20$ de lécithine.

» *Observation I.* — Enfant de 18 mois, sans antécédents, mais mal alimenté. Les sutures ne sont pas oblitérées, la grande fontanelle est largement ouverte, le maxillaire inférieur est allongé. Il n'y a que 4 incisives, toutes sont érodées. Les clavicules sont déformées, le chapelet costal est très net, il y a des nouures épiphysaires, les tibias sont déformés. La taille est de 68^{cm}. Après 1 mois de traitement, la taille avait augmenté de 4^{cm}; les sutures étaient fermées, il y avait 4 incisives. Au bout de 2 mois, les nouures épiphysaires avaient fort diminué. Après 3 mois, l'enfant marchait, la taille était de 76^{cm}; il y avait 2 canines, le chapelet costal était à peine perceptible. Après 4 mois, la taille était de 78^{cm}; il y avait 2 canines nouvelles, 1 prémolaire, et l'on ne sentait qu'avec peine la courbure du tibia.

» *Observation II.* — Enfant de 16 mois, fils de syphilitique, mal alimenté. Ne marche pas. La grande fontanelle est largement ouverte, le maxillaire inférieur est trapézoïde, prognatisme de la mâchoire inférieure. Les clavicules sont déformées. Le chapelet costal très net. Lordose. Nouures épiphysaires. Déformations légères des tibias. Deux dents seulement. Taille : 67^{cm}.

» Après 1 mois de traitement, la taille était de 71^{cm}, l'enfant avait 6 incisives. Après 2 mois, la taille était de 73^{cm}, l'enfant marchait seul, avait ses canines et 1 petite molaire. A la fin du troisième mois, il avait ses 4 petites molaires. Le chapelet costal avait diminué, les tibias n'étaient qu'à peine déformés, les nouures épiphysaires n'étaient plus perceptibles, la taille était de 77^{cm}, il y avait 2 canines de plus. A 24 mois, l'enfant était normal, il ne lui restait qu'une très légère déformation des tibias.

» *Observation III.* — Enfant de 14 mois, sans antécédents, mal alimenté. La grande fontanelle est très large, les sutures ne sont pas oblitérées, les clavicules ont leurs épiphyses volumineuses et sont déformées. Le chapelet costal est marqué. Nouures

épiphysaires volumineuses. Il n'y a que 1 incisive, la taille est de 64cm. L'enfant ne marche pas.

» Après 1 mois de traitement, la taille était de 67cm, il y avait 5 incisives. Après 2 mois, la taille était de 71cm, il y avait 8 incisives, les sutures étaient fermées. Après 3 mois, la taille était de 74cm, il y avait 2 prémolaires, le chapelet costal n'était qu'à peine accusé. A la fin du quatrième mois, l'enfant marchait et l'amélioration était énorme. La taille était de 76cm, on ne sentait plus le chapelet, les nouures avaient disparu. Il y avait 4 petites molaires, la grande fontanelle avait ses dimensions normales, les clavicules étaient normales.

» *Observation IV.* — Enfant de 19 mois, sans antécédents, mais mal nourri. Sujet à des troubles gastro-intestinaux, il ne marche pas et ne tient debout qu'avec peine. La grande fontanelle est largement ouverte. Le maxillaire supérieur est allongé, prognate, l'inférieur est trapézoïde. Le chapelet costal est prononcé, les clavicules très déformées, la lordose accentuée. Déformation légère des tibias. Retard dentaire : 5 incisives présentant les caractères de la dent d'Hutchinson, 1 canine. Taille : 66cm.

» Après 1 mois de traitement, la taille a augmenté : 70cm. L'enfant marche et commence à parler. Les 8 incisives existent avec 2 canines. A la fin du deuxième mois, le chapelet costal se sent à peine. La taille est de 73cm. Après le troisième mois, l'amélioration est énorme : les troubles gastro-intestinaux n'existent plus, la fontanelle est presque fermée, le chapelet costal ne se perçoit qu'à peine, les clavicules ne sont plus déformées aux extrémités. Il y a 4 petites molaires. La taille est de 76cm. A 24 mois l'enfant est normal, les tibias ne sont qu'à peine déformés; taille : 78cm.

» *Observation V.* — Enfant de 19 mois, sans antécédents, mal alimenté. Sujet depuis 6 mois à des troubles gastro-intestinaux, de l'insomnie, des sueurs nocturnes. Cet enfant ne marche pas. La grande fontanelle est largement ouverte. Le crâne est natiforme. Les dents sont en retard : 4 incisives et 1 canine, elles sont érodées. La taille est de 70cm. Les épiphyses claviculaires sont tuméfiées. Le chapelet costal est très net. Nouures épiphysaires des malléoles et des poignets. Les tibias, les radius, les cubitus sont légèrement déformés.

» A la fin du premier mois de traitement, la taille était de 73cm, il y avait 2 incisives de plus. Après 2 mois, la taille était de 75cm, l'enfant marchait et avait 2 prémolaires. Au troisième mois, la taille était de 76cm, il y avait 4 prémolaires, le chapelet costal était à peine perceptible. Après 4 mois la taille est de 77cm, il y a 2 canines. La fontanelle est presque oblitérée. Les épiphyses claviculaires sont normales. Au cinquième mois, l'enfant marche, a 78cm, les radius et les cubitus ne présentent pas de déformations appréciables, les tibias seuls sont à peine déformés. Les nouures épiphysaires ont disparu, les troubles gastro-intestinaux ne se sont jamais remontrés.

» Dans ces cinq cas, l'huile de foie de morue lécithinée semble avoir arrêté et guéri la maladie dans un laps de temps de 4 à 6 mois. Jusqu'à l'heure actuelle il n'y a pas eu de rechute. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Recherches sur les variations provoquées dans la toxicité de certains composés minéraux ou organiques, suivant les groupements chimiques auxquels ils sont liés dans leurs composés solubles.* Note de M. **Marc Laffont.**

« Jusqu'ici, dans l'étude des médicaments, on a examiné leur action sur les différentes fonctions de l'organisme, sans rechercher les causes de la variété d'action du noyau fondamental du corps employé suivant son union avec les groupements divers qui viennent satisfaire son atomicité ou s'unir à lui en formant de nouveaux produits de substitution ou d'addition, ou lui donner une nouvelle fonction. J'ai entrepris cette étude, et je viens en apporter les premiers résultats. Mes expériences ont été faites sur le cobaye, les produits rendus solubles injectés intrapéritonéalement.

» I. *Composés métalloïdiques.* — L'acide cacodylique $O\,As(OH)(CH^3)^2$, dont l'emploi thérapeutique est dû aux belles recherches de M. le professeur A. Gautier, ne diffère de l'acide arsénique $O\,As(OH)^3$ que par la substitution de $2\,CH^3$ à $2\,OH$ et l'arsenic est ainsi rendu infiniment moins toxique. Tout récemment, le même savant a annoncé que le composé monométhylique $O\,As(OH)^2CH^3$ était préférable au composé diméthylé. Si cela est vrai, il devient difficile de comprendre l'influence de la substitution des groupes méthyle dans les variations de toxicité de l'arsenic, En réalité, la décomposition partielle de l'acide cacodylique dans le tube digestif donne lieu à des goûts alliacés et à d'autres phénomènes qui n'en permettent pas un long usage continu. Ces inconvénients avaient frappé le Dr M. Leprince qui m'avait depuis longtemps donné, pour des expériences comparatives, divers composés organiques de l'arsenic, parmi lesquels le monométhylarsinate disodique.

» J'ai constaté qu'aux limites inférieures, où le cacodylate de soude manifeste un début de toxicité, par un amaigrissement passager, soit $0^g,5$ par kilogramme du poids du corps, le composé monométhylique ou *arrhénal* est déjà éminemment toxique et provoque la mort entre 12 heures et 24 heures. Il faut abaisser la dose d'administration à $0^g,10$ par kilogramme, pour ne pas observer d'effets toxiques.

» *Conclusions.* — Suivant que l'arsenic est uni à un ou à deux groupes méthyle, sa toxicité varie de 1 à 5. Si, aux doses médicamenteuses, le composé monométhylé est préférable au diméthylé pour l'administration par la bouche, la voie hypodermique doit être réservée au composé diméthylé dont l'action est plus rapide, et qui ne se décompose pas dans le sang.

» II. *Composés aromatiques.* — Mes recherches ont d'abord porté sur les phénols et leurs dérivés.

» 1° *Hydroxybenzène* (Phénol) $C^6H^5.OH$. Solution à 2,5 pour 100. — A la dose de

0g,5 par kilogramme de poids du corps, la mort survient entre 10 minutes et 20 minutes. Convulsions immédiates, puis résolution, refroidissement général et mort. A la dose de 0g,25 par kilogramme, après les premiers symptômes de convulsion et de résolution, l'animal paraît se remettre, mais meurt entre 36 heures et 48 heures avec une congestion pulmonaire intense.

» 2° *Hydroxybenzènesulfonique* (Phénolorthosulfonique) $C^6H^4.SO^3H.OH$. Solution à 2,5 pour 100. — A la dose de 0g,5 par kilogramme de poids du corps, la mort survient entre 15 heures et 24 heures avec congestion pulmonaire intense. A la dose de 0g,25 par kilogramme, le sel de potassium ne provoque aucune incommodité apparente; il faut arriver à la dose de 0g,5 par kilogramme pour amener un amaigrissement qui persiste quatre à cinq jours.

» 3° *Méthylhydroxybenzène* (Paracrésol) $C^6H^4.CH^3.OH$. Solution à 2,5 pour 100. - Mêmes effets que le phénol, résolution générale et refroidissement plus tardifs, sécrétions augmentées. Congestion intense des organes abdominaux et thoraciques.

» 4° *Méthyloxyméthylhydroxybenzène* (Créosol) $C^6H^3.CH^3.OCH^3.OH$. Solution à 2,5 pour 100. — A la dose de 0g,5 par kilogramme de poids du corps, la mort survient entre 20 heures et 30 heures. Pas de convulsions, pas de résolution complète, mais diminution de la sensibilité douloureuse; l'animal se remet au bout de 30 minutes et meurt en présentant de la congestion des reins, des capsules surrénales et une légère congestion pulmonaire. Chez les jeunes cobayes de moins de 500g, la mort survient entre 3 heures et 4 heures, avec secousses spasmodiques.

» 5° *Oxyméthylhydroxybenzène* (Gaïacol) $C^6H^4.OCH^3.OH$. Solution à 2,5 pour 100. — A la dose de 0g,5 par kilogramme de poids du corps, la mort survient en moins de 50 minutes, sans convulsions, mais avec frissons, augmentation des sécrétions, refroidissement général, analgésie rapide. Congestion des organes abdominaux.

» 6° *Dihydroxybenzène* (Pyrocatéchine) $C^6H^4(OH)^2$. Solution à 2,5 pour 100. — A la dose de 0g,5 par kilogramme de poids du corps, la mort survient en moins de 10 minutes, avec convulsions, contractures, trismus. Dès la cinquième minute, la paralysie est complète. On constate une congestion intense du foie et l'hépatisation pulmonaire.

» 7° *Hydroxybenzèneméthyloïque sodique* (Salicylate de soude) $C^6H^4.COONa.OH$. Solution à 20 pour 100. — A la dose de 1g par kilogramme de poids du corps, la mort survient en moins de 60 minutes. Mêmes symptômes que pour le phénol, mais plus tardifs. Congestion intense des vaisseaux abdominaux, des reins et des poumons.

» *Considérations générales sur les phénols.* — La fonction phénolique, loin d'atténuer ou masquer la toxicité possible du noyau benzénique, la développe au contraire. La substitution du groupe méthyle à H du noyau benzénique, sans changement de fonction chimique, ne modifie pas la toxicité phénolique. Seul, le groupe oxyméthyle, en apportant une fonction éther, modifie les symptômes toxiques et retarde la mort.

» 8° *Benzène méthyloïque sodique* (Benzoate de soude) $C^6H^5CO\,ONa$. Solution à 20 pour 100. — Il faut 2g par kilogramme de poids du corps pour amener la mort en 24 heures, sans convulsions ni paralysie, mais avec congestion pulmonaire. Le benzoate de soude ne diffère du salicylate de soude que par la fonction phénol de ce dernier.

» 9° *Benzène méthyloïque acétyle* (Aspirine) $C^6H^4CO\,OH\,OCH^3CO$. Solution à 10 pour 100. — Il faut plus de 1g,5 par kilogramme de poids du corps pour amener la mort de l'animal en moins de 2 heures. Les symptômes diffèrent complètement de ceux

de l'intoxication salicylique. Pas de convulsions, mais paraplégie légère du train postérieur. Analgésie mais non insensibilité. Pas de refroidissement, accélération de la respiration, très grande augmentation des fonctions rénales qui éliminent l'aspirine (coloration non pas violette comme pour le salicylate, mais grenat foncé, par addition de chlorure ferrique). A l'autopsie, congestion des reins, des capsules surrénales et des poumons. *L'aspirine doit donc être préférée au salicylate de soude, dans l'emploi thérapeutique, comme moins toxique, plus diurétique et analgésiante.*

» Après avoir observé que le groupement SO^3H modifiait profondément la toxicité du phénol, j'ai dû rechercher l'action des composés sulfonés du benzène et de quelques autres hydrocarbures, que j'ai dû fabriquer moi-même, leur inutilisation en thérapeutique les rendant inconnus à nos fabricants de produits chimiques.

» 10° *Benzène sulfonique acide* $C^6H^5SO^3H$. Solution à 2,5 pour 100. — $0^g,5$ par kilogramme de poids du corps n'amènent aucune incommodité apparente, l'animal perd 4 pour 100 de son poids le premier jour; regagne le second jour 3 pour 100 et continue à augmenter. Le sel de potassium à la dose de $1^g,5$ par kilogramme fait perdre à l'animal 9 pour 100 de son poids le premier jour, il regagne 3 pour 100 le troisième et continue à augmenter. J'ai utilisé avec succès ces composés en thérapeutique.

» *Conclusions*. — Parmi les dérivés substitués des carbures benzéniques, le groupement substitué qui masque le plus complètement la toxicité de l'hydrocarbure et même de son dérivé phénolique (phénol, gaïacol) est certainement le groupement SO^3H qui rend le benzène pour ainsi dire inoffensif et essentiellement invigorateur dans $C^6H^5SO^3H$. »

M. **Firmin Larroque** adresse une Note « Sur les ondes hertziennes dans les orages ».

M. **Emm. Pozzi-Escot** adresse une Note intitulée : « Études sur le mécanisme de la réduction des nitrates chez les végétaux ; intervention d'une action diastasique ».

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

ERRATA.

—

(Séance du 17 mars 1902.)

Note de M. *G. Massol*, Chaleurs de dissolution de l'ammoniaque solide et liquide, etc. :

Page 654, ligne 1 en remontant, *au lieu de* carbonate d'ammoniaque, *lisez* carbamate d'ammoniaque.

(Séance du 7 avril 1902.)

Note de M. *H. Wilde*, Sur la classification et les poids atomiques du néon, de l'argon, du krypton et du xénon :

Page 771, lignes 1, 7, 22, 25 et 29, *au lieu de* $H \times 7n$, *lisez* $H7n$.
Même page, ligne 19, *au lieu de* néon, *lisez* xénon.
Page 772, ligne 3, *au lieu de* $H \times n$, *lisez* Hn.
Même page, ligne 4, *au lieu de* $H \times 2n$, $H \times 3n$, *lisez* $H2n$, $H3n$.
Même page, ligne 18, *au lieu de* fluorine, *lisez* fluorite.
Page 771, *au lieu de la Table imprimée, lisez*

$$H7n,$$
$$Ne = 1 \times H7 = 7,$$
$$Az = 2 \times H7 = 14,$$
$$Ar = 3 \times H7 = 21,$$
$$Kr = 6 \times H7 = 42,$$
$$Xe = 9 \times H7 = 63.$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 AVRIL 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur quelques phénomènes de polarisation voltaïque;* par M. BERTHELOT.

« En étudiant les piles fondées sur l'action réciproque de deux liquides, on observe fréquemment des phénomènes de polarisation, attribuables au conflit des réactions simultanées. Peut-être n'est-il pas inutile d'envisager ce qui se passe dans les cas de ce genre. Au cours de l'électrolyse normale d'un acide ou d'un sel, on sait que les corps qui jouent le rôle électropositif, tels que l'hydrogène (ou le métal) et la base, se rendent au pôle négatif de la pile; tandis que les corps qui jouent le rôle électronégatif, tels que l'oxygène et l'acide, se rendent au pôle positif de la pile. La polarisation résulte alors de l'accumulation sur une électrode, ou à son voisinage, des éléments et composés correspondant à cette électrode; accumulation qui tend à développer une force électromotrice de signe contraire à celle qui y amène lesdits éléments et composés. En d'autres termes, il existe une certaine réversibilité dans les réactions qui déterminent la force électromotrice, réversibilité facile à concevoir lorsqu'il s'agit de l'eau acidulée, décomposée avec mise à nu d'oxygène et d'hydrogène, lesquels tendent à se recombiner aux pôles réciproques;

» Ou bien encore d'un sel séparable soit en métal, oxygène et acide, également recombinables, soit en acide et base (cette dernière résultant elle-même de la combinaison du métal et de l'oxygène), également recombinables.

» Une semblable réversibilité est plus incertaine dans les piles dont la force électromotrice est attribuable en partie aux réductions et oxydations organiques, telles que celle du pyrogallol, ou bien encore celles qui sont

accomplies au sein de l'économie animale, en vertu de certaines chaînes de réactions aboutissant à la transformation finale du composé initial en eau et acide carbonique. Cependant on peut concevoir en principe cette réversibilité et souvent en démontrer l'existence, si l'on envisage l'enchaînement des réactions successives. On conçoit, par exemple, que l'acide formique, l'un des corps qui manifestent le plus fréquemment des polarisations dans la pile, soit oxydé par l'oxygène provenant de l'électrolyse de l'eau au pôle positif, avec production d'eau et d'acide carbonique

$CH^2O + O^2 = CO^2 + H^2O$, réaction qui dégage $+ 67^{Cal}, 3$
(tous corps supposés dissous, sauf l'oxygène);

tandis que l'acide carbonique est ramené, quoique plus difficilement, au pôle négatif à l'état d'acide formique par l'hydrogène électrolytique, en vertu de la réaction

$CO^2 + H^2 = CH^2O^2$: ce qui dégage $+ 1^{Cal}, 7$ (tous corps dissous, sauf l'oxygène).

» On observe d'ailleurs que les réactions inverses, c'est-à-dire dépolarisantes, exigent souvent un certain travail préliminaire, auquel peut concourir la nature des électrodes, tels que les pôles de platine; la vitesse relative des réactions et leur existence même étant subordonnées à ce travail préliminaire.

» Il existe certaines actions où la réciprocité ne s'exerce que difficilement et sur une fraction seulement des corps mis en présence, et il en existe où il se produit des décompositions simultanées, indépendantes de l'électrolyse.

» (1) Tel est, par exemple, le cas de l'eau oxygénée, séparable d'un côté par électrolyse directe en hydrogène et oxygène,

$H^2O^2 = H^2 + O^2$ (ce qui absorbe $- 23^{Cal}, 6$ pour 1^{at} d'hydrogène mis à nu),

l'oxygène électrolytique se dégageant ainsi au pôle positif.

» (2) Mais, d'autre part, l'eau oxygénée se décompose en eau et oxygène non électrolytique

$H^2O^2 = H^2O + O$ (ce qui dégage $+ 21^{Cal}, 7$),

en vertu d'une décomposition spontanée, exothermique, indépendante de l'électrolyse.

» Or l'oxygène produit par ce genre de décomposition est susceptible de se produire partout à la fois dans les vases.

» (3) Autour de l'électrode positive, sa préexistence tendra à annuler la force électromotrice qui y dégagerait l'oxygène et, par suite, à polariser cette électrode.

» (4) Autour du pôle négatif, ce même oxygène non électrolytique est rencontré par l'hydrogène, qu'il change en eau, avec dégagement de $+ 34^{Cal},5$ par atome d'hydrogène.

» Observons que la dernière réaction (4), parasite par rapport à la pile, ne peut se produire qu'en proportion de la première électrolyse (1), qu'elle tend à contre-balancer.

» Ces effets sont particulièrement observables avec les forces électromotrices comprises entre des voltages équivalant à $23^{Cal},6$ et $34^{Cal},5$. Si la force électromotrice de la pile qui détermine la décomposition s'élève jusqu'à un voltage équivalant à $\frac{69}{2} = 34^{Cal},5$, ou supérieur, l'eau même sera normalement décomposée

$$H^2O = H^2 + O \ (-\ 34^{Cal},5 \text{ pour un atome d'hydrogène}).$$

» Sans pousser plus loin cette discussion ([1]), bornons-nous à examiner les réactions les plus simples, parmi celles que j'ai eu occasion d'étudier dans l'étude des piles fondées sur l'action réciproque de deux liquides.

» En fait, si nous introduisons à la surface de l'électrode négative, ou dans le vase qui entoure le pôle négatif, soit de l'hydrogène libre, soit un composé réducteur neutre dissous, capable d'hydrogéner les corps qui s'y trouvent, nous développerons une force électromotrice de signe contraire, tendant à annuler la force électromotrice qui dégage l'hydrogène : de là résulte une polarisation des électrodes. C'est, en effet, ce que j'ai vérifié, en opérant avec un élément de pile constitué par du chlorure de sodium à deux degrés de concentration différents.

» La force électromotrice d'un semblable élément a été trouvée égale à $0^{volt},12$; la même sensiblement, dans une atmosphère d'air ou d'oxygène, et ne changeant pas, du moins immédiatement, dans une atmosphère d'oxygène. Mais il en est autrement, si l'on remplace l'air de l'atmosphère du vase qui renferme cet élément par de l'hydrogène. La pile se polarise aussitôt, les pôles sont renversés et le voltage tombe vers $0^{volt},026$: ces phénomènes sont attribuables à la combinaison de l'hydrogène avec les électrodes de platine, c'est-à-dire à la formation immédiate des hydrures de

---

([1]) Voir mon Mémoire : *Sur l'électrolyse de l'eau oxygénée* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXVII, 1882, p. 110).

platine que j'ai étudiés [1]. A ce moment la substitution de l'hydrogène par l'azote n'a pas relevé le voltage, du moins immédiatement. Mais, en remplaçant ensuite l'azote par de l'air, les pôles ont été renversés de nouveau; c'est-à-dire qu'ils ont repris leur signe initial, le voltage remontant à $0^{volt},08$ (au lieu de $0^{volt},12$); ce qui accuse l'action de polarisation de l'oxygène.

» J'ai observé des effets tout à fait semblables avec un élément de pile constitué par l'acide lactique opposé au bicarbonate de soude, le voltage ($0^{volt},20$) observé dans l'air demeurant le même dans l'oxygène et dans l'azote; tandis que, si l'on remplace l'air par de l'hydrogène, il y a polarisation ($0^{volt},08$).

» Le même élément de pile, observé dans une atmosphère d'azote, donne aussi un voltage de $0^{volt},20$; mais si l'on ajoute du pyrogallol au pôle négatif (bicarbonate) sans introduire d'air, le voltage monte à $0^{volt},42$.

» On remplace alors l'azote par de l'oxygène, le voltage reste le même.

» Cette série d'expériences prouve que l'oxygène de l'atmosphère ambiante n'exerce guère d'influence sur la polarisation, au moins immédiatement. Elle montre, en outre, que l'absorption de l'oxygène de l'atmosphère ambiante par le pyrogallol ne joue pas un rôle sensible immédiat sur la force électromotrice, celle-ci résultant à peu près entièrement des réactions chimiques intérieures de la pile; du moins tant que l'on ne soumet pas le mélange d'oxygène et de liquide à une agitation violente.

» Dans une autre expérience, faite avec les mêmes composés initiaux, acide lactique et bicarbonate de soude, si l'on remplace l'air par de l'hydrogène, le voltage baisse à $0^{volt},08$, ce qui accuse l'action polarisante, comme il vient d'être dit. Si l'on ajoute alors du pyrogallol dans le vase intérieur seul (pôle —), sans laisser pénétrer d'air, le voltage monte à $0^{volt},31$ par élément.

» Remplaçant ensuite l'hydrogène par l'oxygène dans l'atmosphère du vase, le voltage monte encore jusqu'à $0^{volt},37$; sans atteindre tout à fait le chiffre $0^{volt},42$ sus-indiqué, du moins dans la courte durée de l'essai.

» Les expériences précédentes montrent l'influence polarisante d'une atmosphère d'hydrogène, exercée sans doute avec l'intermédiaire de sa condensation par le platine, c'est-à-dire au pôle négatif. A ce pôle se mani-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXX, 1883, p. 526.

feste de préférence l'influence du pyrogallol, *influence similaire à celle de l'hydrogène.*

» C'est ici le lieu de montrer que les faits exposés ci-dessus sont susceptibles de rendre compte d'une anomalie observée dans l'étude de la force électromotrice d'un élément de la pile de Grove, constituée par l'opposition des deux gaz hydrogène et oxygène. Cette force électromotrice, en effet, avait été trouvée d'abord égale à $1^{volt},08$. D'après les déterminations les plus récentes (MM. Willsmore, Bose, Czepinski), on a obtenu de $1^{volt},12$ à $1^{volt},15$, vers 25°; tandis que la décomposition électrolytique de l'eau exige $1^{volt},5$ à $1^{volt},6$ environ. Mais la différence peut être expliquée, si l'on observe que les électrodes de platine, employées dans la pile, absorbent l'hydrogène, en formant des hydrures, dont la chaleur de formation s'élevait, par exemple, dans mes expériences, faites avec le platine réduit par l'acide formique, à 14^{Cal}, valeur équivalente à près de $0^{volt},6$; elle varie d'ailleurs suivant les états moléculaires du platine. Par suite, la force électromotrice de la pile de Grove paraît devoir être calculée en déduisant la chaleur de combinaison du platine et de l'hydrogène; ce qui l'amène en effet au voltage de 1^{volt}; ou un peu plus, si les effets de la polarisation ne sont pas complets.

» Observons que la réversibilité d'une semblable pile dépend de la stabilité relative des hydrures de platine, ceux-ci étant à l'état de dissociation partielle. Par suite, une portion de l'hydrogène demeure libre à un moment donné, sur la surface des lames; mais il s'en écarte peu à peu, par diffusion dans le milieu ambiant liquide ou gazeux. C'est seulement après qu'il a été écarté que la dissociation peut en remettre en liberté une nouvelle dose. Dans le cas où ce milieu contiendrait de l'oxygène libre (air atmosphérique), ou dissous (dans l'eau notamment), cet oxygène est susceptible de se combiner à la surface des électrodes avec l'hydrogène de l'hydrure de platine et de créer ainsi une force contre-électromotrice. Quoi qu'il en soit, l'ensemble de ces phénomènes donne lieu à une réversibilité, plus compliquée d'ailleurs que celle qui résulterait d'une tendance directe et immédiate à la recombinaison de l'hydrogène et de l'oxygène; attendu qu'il existe un intermédiaire, l'hydrure de platine, et que la réversibilité n'est pas immédiate, s'exerçant en raison et dans la mesure de la dissociation de cet hydrure. On conçoit dès lors que la force électromotrice développée par une pile à gaz soit inférieure à celle qui semblerait devoir résulter de la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène :

cela dans une proportion qui répondrait au maximum à la formation de l'hydrure de platine, c'est-à-dire à 14^{Cal}, et qui équivaudrait à $0^{volt},6$ environ. Cette dernière valeur peut varier, d'ailleurs, en raison des états moléculaires du platine et être en outre atténuée par la dissociation.

» Rappelons enfin que, d'après M. Bouty, la polarisation se manifeste rapidement et avec une valeur maxima au pôle négatif (hydrogène); tandis qu'elle apparaît plus tard et croît beaucoup plus lentement au pôle positif (oxygène). J'ai fait des observations analogues sur le rôle comparatif des actions polarisantes, attribuables à la présence des corps réducteurs ou oxydants autour des électrodes.

» Ainsi, avec un élément de pile formé par le chlorure de sodium à deux états de concentration différents, l'addition au pôle négatif du pyrogallol, corps réducteur assimilable à l'hydrogène, accroît la force électromotrice qui monte de $0^{volt},12$ à $0^{volt},20$; tandis que ce même agent, placé au pôle positif, renverse les pôles, le voltage tombant à $0^{volt},004$.

» Le formol, corps réducteur, produit des effets analogues.

» Au contraire, l'eau oxygénée, placée au pôle négatif, fait à peine varier la force électromotrice ($0^{volt},14$); tandis qu'au pôle négatif le même agent l'a abaissée à $0^{volt},04$.

» Citons encore ce qui arrive si l'on place dans les deux vases d'un élément de pile de l'acide chlorhydrique étendu, de concentration identique; puis dans l'un des vases seulement de l'eau oxygénée, sans rien ajouter à l'acide chlorhydrique dans l'autre vase : il y a polarisation ($0^{volt},01$). Mais celle-ci n'a pas lieu, si l'on place dans l'un des vases seulement du pyrogallol ($0^{volt},14$), ou bien encore de l'eau oxygénée dans un vase et du pyrogallol dans l'autre ($0^{volt},24$); ce qui rétablit l'opposition normale des électrodes, l'acide chlorhydrique coexistant toujours dans les deux vases.

» Mêmes effets en employant, au lieu d'acide chlorhydrique, de l'acide lactique dans les deux vases; puis, dans l'un des vases seul (pôle +), de l'eau oxygénée : il y a alors polarisation ($0^{volt},01$). Ce qui n'a pas lieu si l'on place dans l'un des vases (pôle —) du pyrogallol seul ($0^{volt},20$), l'acide lactique coexistant toujours dans les deux vases. Le pyrogallol opposé à l'eau oxygénée rétablit d'ailleurs le phénomène normal ($0^{volt},20$).

» Mais, avec l'acide formique dans les deux vases, c'est-à-dire aux deux pôles, les effets étudiés ici sont contrariés; le pyrogallol seul (pôle —) développant la polarisation ($0^{volt},015$). Ce que ne fait pas l'eau oxygénée (pôle + : $0^{volt},54$). Au contraire, ce dernier réactif rétablit l'effet normal,

quand on l'oppose au pyrogallol ($0^{volt},51$); l'acide formique coexistant toujours dans les deux vases.

» De même les éléments de pile suivants :

Sulfate de soude (pôle —), opposé à l'acide sulfurique (pôle +).

» On ajoute l'eau oxygénée au pôle — ($0^{volt},06$); puis le pyrogallol au pôle + ($0^{volt},11$): polarisation et inversion des pôles. Tandis que le pyrogallol, ajouté au pôle —, produit $0^{volt},29$, et l'addition consécutive de H^2O^2 au pôle +, $0^{volt},36$.

» Les mêmes effets ont été observés avec l'acide oxalique (pôle +) opposé d'abord à l'oxalate de soude (pôle —) :

Pyrogallol au pôle —.	$0^{volt},46$	Puis H^2O^2 au pôle +.....	$0^{volt},45$	
H^2O^2 au pôle —.....	$0^{volt},23$	Puis pyrogallol au pôle +.	$0^{volt},06$.	Polarisation.

» Acide lactique (pôle +) opposé au lactate de soude (pôle —) :

Pyrogallol au pôle —.	$0^{volt},46$	Puis H^2O^2 au pôle +.....	$0^{volt},45$	
H^2O^2 au pôle —.....	$0^{volt},14$	Puis pyrogallol au pôle +.	$0^{volt},01$.	Inversion des pôles.

» De même, l'acide chlorhydrique (pôle +) opposé d'abord au chlorure de sodium (pôle —) :

Pyrogallol au pôle —.	$0^{volt},34$	Puis H^2O^2 au pôle +.....	$0^{volt},42$	
H^2O^2 au pôle —.....	$0^{volt},07$	Puis pyrogallol au pôle +.	$0^{volt},14$	(pôle acide devenu négatif).

» L'acide azotique opposé d'abord à l'azotate de soude :

Pyrogallol au pôle —.	$0^{volt},32$	Puis H^2O^2 au pôle +.....	$0^{volt},38$	
H^2O^2 au pôle —.....	$0^{volt},07$	Puis pyrogallol au pôle +.	$0^{volt},22$	(pôle acide devenu négatif).

» Avec le sulfate de soude (pôle +) et la soude (pôle —) :

Pyrogallol au pôle —.	$0^{volt},44$	Puis H^2O^2 au pôle +.....	$0^{volt},78$	
H^2O^2 au pôle —.....	$0^{volt},20$	Puis pyrogallol au pôle +.	$0^{volt},08$.	Polarisation et inversion des pôles, etc., etc.

» Poussons plus loin les conséquences de ces principes. Au lieu d'un corps hydrogénant, plaçons au pôle négatif un alcali libre dissous, ou même, à la rigueur, un sel à réaction alcaline : nous développerons également une force électromotrice de signe contraire et une polarisation. Cela arrive, par exemple, en plaçant de la soude dans les deux vases d'un élément de pile, puis de l'eau oxygénée dans l'un des vases seulement, qui

tend à devenir ainsi pôle positif; il y a polarisation ($0^{volt},07$). Mais l'addition du pyrogallol dans l'autre vase rétablit l'état normal ($0^{volt},29$).

» On vient de voir que les effets sont plus complexes, si l'on fait intervenir comme corps additionnel un acide doué de propriétés fortement réductrices, l'acide formique par exemple. Ces réactions, antinomiques en quelque sorte, de l'acide formique deviennent plus claires, si l'on envisage les effets généraux de l'électrolyse sur un acide dissous, l'hydrogène se dégageant au pôle négatif, tandis que les autres éléments se portent au pôle positif sous diverses formes. On sait qu'un acide RH se décompose ainsi en H (élément +) et R (système —); R peut être soit un élément, tel que Cl dans le cas de HCl; soit un ion formé d'oxygène et d'acide, tel que $\frac{1}{2}(SO^3 + O)$ dans le cas de SO^4H^2; soit un autre système formé d'acide carbonique et d'un carbure d'hydrogène $CO^2 + \frac{1}{2}C^2H^6$, dans le cas de l'acide acétique $C^2H^4O^2$ et des acides analogues. Or l'acide formique offre à cet égard une particularité singulière. D'après les analogies, il devrait fournir au pôle négatif de l'hydrogène, H, et au pôle positif le système CHO^2, c'est-à-dire $CO^2 + H$, s'il se comportait comme l'acide acétique. Cette réaction n'exige d'ailleurs qu'une force électromotrice insignifiante, la chaleur correspondante, tous les corps dissous, étant $+1^{Cal},7$. L'acide formique devrait donc fournir de l'hydrogène aux deux pôles.

» En fait, cet hydrogène du pôle positif est brûlé, parce qu'on observe simultanément avec l'électrolyse de l'acide formique, celle de l'eau, qui fournit de l'oxygène au pôle positif, lequel détruit l'hydrogène qui tendrait à se produire. Il y a donc là une force électromotrice de signe contraire et, par conséquent, polarisation.

» Ainsi, par exemple, un élément de pile étant constitué par l'opposition de la soude (vase poreux intérieur) à l'acide formique (vase extérieur) cet élément, au lieu de fournir une force électromotrice voisine de $0^{volt},48$, comme avec les acides acétique, lactique, oxalique, a donné lieu à des effets de polarisation et à une force électromotrice presque nulle ($0^{volt},011$). De même l'acide formique, opposé au formiate de soude ($0^{volt},05$).

» En raison de ces propriétés, l'acide formique peut développer des effets polarisants, tant au pôle négatif, par assimilation à l'hydrogène libre, qu'au pôle positif, comme acide. Aussi est-il susceptible d'être tantôt oxydé à un pôle, tantôt réduit à l'autre.

» L'acide oxalique, qui s'oxyde surtout dans un milieu acide, produit aussi parfois des effets spéciaux.

» *A priori*, le pyrogallol exerçant en tant que phénol les fonctions d'un acide faible, on pourrait concevoir qu'il donnât lieu à des complications analogues; mais on ne les observe guère.

» De ces diverses réactions résultent des phénomènes de polarisation compliqués, dépendant de la grandeur relative des forces électromotrices de signe contraire, mises en jeu à chacun des deux pôles; ces phénomènes tendent à diminuer et jusqu'à reduire vers zéro les forces électromotrices normales et même à changer de signe les deux électrodes : l'électrode rendue positive par une réaction simple pouvant devenir négative, par l'effet polarisant des réactions secondaires.

» J'ai rencontré de nombreux exemples de ce genre dans mes études ultérieures; les notions générales qui viennent d'être présentées en rendent compte dans les cas particuliers. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les procédés destinés à constater l'action électrolytique d'une pile;* par M. **Berthelot.**

« Les réactions que je me suis attaché à constater sont les suivantes :

» *Décomposition de l'eau acidulée,* avec dégagement de gaz, et *décomposition d'un sel neutre,* tel que le sulfate de soude, *en acide et base libres.*

» Quoique les conditions de ces constatations soient bien connues, il n'est peut-être pas inutile de les préciser ici, en y ajoutant certaines données nouvelles. On emploie comme voltamètre un verre contenant de l'eau acidulée par l'acide sulfurique, avec des électrodes courtes et formées par les extrémités de gros fils de platine, soudés à l'extrémité de tubes de verre recourbés verticalement : ce sont les électrodes dites *à la Wollaston.* On les maintient aussi rapprochées que possible, afin de rendre les résistances presque nulles, tout en évitant le contact des fils.

» Le dégagement de l'hydrogène s'y fait en bulles, non seulement plus nombreuses que celui de l'oxygène, le volume dégagé étant double, mais en même temps plus fines; aussi apparaît-il souvent un peu plus tôt. Pour autoriser une conclusion certaine, la production des gaz doit se poursuivre d'une façon continue, et à partir des pôles, dès qu'elle a commencé à se manifester.

» Comme contrôle, on sépare les électrodes à la Wollaston, on les agite et on les frotte, de façon à les débarrasser des gaz adhérents, puis on inter-

vertit les pôles du voltamètre, afin de reproduire les effets en sens inverse. Chaque essai, d'ailleurs, ne doit pas être prolongé au delà d'une fraction de minute, afin de ne pas modifier sensiblement la composition générale des milieux dans la pile.

» Enfin, pour obtenir des résultats plus sensibles, il convient de répéter les essais avec des électrodes à la Wollaston, plongés au sein de l'acide sulfurique étendu, dans un vase où l'on maintient le vide, à quelques millimètres près, pendant le cours de l'expérience : ce qui se réalise, par exemple, en les laissant en communication avec une cloche d'une dizaine de litres, vide et munie d'un manomètre. On triple ou quadruple ainsi le diamètre des bulles gazeuses. Pour donner une idée de la sensibilité du procédé, disons que le poids du gaz dégagé, durant la fraction de minute nécessaire pour constater le phénomène, peut être très inférieur à un millième de milligramme; sans cesser cependant de répondre à un dégagement visible dans le vide et continu, observable aux deux pôles.

» Le poids même de chacune des fines bulles d'hydrogène visibles peut être évalué au-dessous d'un millionième de milligramme, et même beaucoup plus bas.

» Ces essais, dans les cas douteux et surtout quand les forces électromotrices semblaient insuffisantes, ont été poursuivis en ajoutant à l'eau acidulée du voltamètre quelques centimètres cubes d'une solution de pyrogallol, lequel absorbe l'oxygène qui tend à se produire au pôle positif, c'est-à-dire à manifester des phénomènes d'électrolyse, avec une force électromotrice moitié moindre que celle qui détermine la décomposition de l'eau simplement acidulée.

» En employant cet agent auxiliaire, avec l'aide de faibles tensions électriques, l'hydrogène se dégage seul à l'état gazeux sur l'un des fils de platine. Si l'électrolyse est assez active, l'autre fil se recouvre aussitôt d'un enduit noirâtre, résultant de l'absorption de l'oxygène par le pyrogallol; enduit qui se dissout d'ailleurs dans la liqueur par l'effet de l'agitation. Dans les cas où l'action est trop lente, cet enduit n'apparaît pas. Quand la force électromotrice est accrue, une portion de l'oxygène peut se dégager simultanément à l'état libre.

» Pour bien définir ces effets, il est utile de se tenir en garde, lorsqu'on opère dans le vide, surtout avec le pyrogallol, contre certains indices de sursaturation gazeuse, susceptibles de se manifester sous l'influence des chocs et secousses brusques. A cette fin, il est essentiel de constater la

localisation du dégagement gazeux d'hydrogène au pôle négatif, et de vérifier que, lorsque l'on renverse les pôles, cette localisation est également intervertie.

» Définissons plus exactement les forces électromotrices mises en jeu dans de semblables essais.

» On sait qu'un élément Daniel (zinc-cuivre) vaut $1^{volt},06$ ($25^{Cal},1$); un élément zinc-cadmium : $0^{volt},35$ ($8^{Cal},2$); un élément zinc-platine platiné (dans l'acide sulfurique étendu) : $0^{volt},80$ (19^{Cal}). Or :

» 1° La décomposition de l'eau acidulée par l'acide sulfurique, avec dégagement de gaz aux deux pôles, n'a pas eu lieu, même dans le vide, avec 1 Zn Pt + 2 Zn Cd, soit $1^{volt},50$;

» Mais elle a été manifeste, dès la pression $0^{m},76$, avec 2 Zn Pt, soit $1^{volt},60$. Ces données sont conformes aux faits connus, ainsi qu'à la chaleur de formation de l'eau, $34^{Cal},5$, laquelle règle approximativement la force électromotrice de décomposition.

» 2° La décomposition de l'eau acidulée et additionnée de pyrogallol, avec dégagement d'hydrogène au pôle négatif seul, a eu lieu avec 1 daniel ($1^{volt},06$), avec 3 Zn Cd ($1^{volt},05$) et avec 1 Zn Pt ($0^{volt},80$).

» Mais elle n'a pas eu lieu avec 2 Zn Cd ($0^{volt},70$). Elle exige donc une force électromotrice correspondant à 18^{Cal} environ.

» Les mêmes limites ont été trouvées en employant le formol, au lieu de pyrogallol.

» La décomposition du sulfate de soude en acide et base peut être constatée à l'aide d'un petit tube en U, d'une capacité voisine de 4^{cm^3} à 5^{cm^3}, dont les deux branches, juxtaposées et soudées entre elles, communiquent un peu au-dessus de leur partie inférieure par un orifice très court, circulaire, d'un diamètre de 2^{mm} à 3^{mm}. La liqueur est teintée à l'avance, légèrement, d'une façon uniforme, à l'aide de quelques gouttes de tournesol limite. On y plonge deux lames de platine comme électrodes. Au bout de peu d'instants, ou de quelques minutes, on reconnaît, s'il y a lieu, que la liqueur est devenue rouge dans l'une des branches, bleue dans l'autre. Ce caractère se manifeste pour des poids de matière répondant à un millième de milligramme d'acide libre. Il est peut-être encore plus sensible que l'apparition des gaz dans les électrodes à la Wollaston; surtout si l'on prolonge les actions, en raison de cette possibilité de poursuivre l'expérience pendant 10 minutes à 15 minutes; tandis que durant une action si lente les traces de gaz produites simultanément se dissipent à mesure par diffusion, sans devenir manifestes.

» On peut également provoquer l'électrolyse du sulfate de soude à l'aide de forces électromotrices plus faibles, en ajoutant à l'avance, dans la totalité de la dissolution de sulfate de soude, quelques gouttes d'une solution de pyrogallol; les teintes des deux branches d'ailleurs ne sont pas alors les mêmes que sans pyrogallol et le virage est un peu moins sensible. Un seul élément Daniel suffit pour le manifester.

» En opérant avec les précautions qui viennent d'être décrites, on réussit à manifester des traces à peine perceptibles d'électrolyse. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions abéliennes à multiplication complexe.* Note de M. G. **Humbert**.

« La théorie de la multiplication complexe des fonctions abéliennes, telle que je l'ai esquissée dans le *Journal de Mathématiques* (5e série, t. V et VI), conduit à d'intéressantes conséquences arithmétiques. Je me bornerai aujourd'hui à l'examen du cas où les périodes des fonctions abéliennes (à deux variables) considérées satisfont à deux relations *singulières*.

» I. Les périodes étant ramenées à la forme normale (1, 0); (0, 1); (g, h); (h, g'), ces deux relations sont du type

$$(1)\qquad \begin{cases} Ag + Bh + Cg' + D(h^2 - gg') + E = 0, \\ A_1 g + B_1 h + C_1 g' + D_1(h^2 - gg') + E_1 = 0, \end{cases}$$

A, B, ..., E, et de même $A_1, B_1, \ldots, E_1$ étant des entiers premiers entre eux.

» J'ai établi que les deux quantités

$$(2)\qquad B^2 - 4AC - 4DE \qquad \text{et} \qquad B_1^2 - 4A_1C_1 - 4D_1E_1$$

sont des invariants pour toutes les transformations du premier ordre d'Hermite; les deux relations (1) possèdent de plus un invariant simultané, $BB_1 - 2(AC_1 + CA_1) - 2(DE_1 + ED_1)$, et la quantité

$$(3)\qquad \begin{cases} -[BB_1 - 2(AC_1 + CA_1) - 2(DE_1 + ED_1)]^2 \\ + (B^2 - 4AC - 4DE)(B_1^2 - 4A_1C_1 - 4D_1E_1) \end{cases}$$

est un invariant pour le *système* des deux relations (1).

» On établit que les invariants (2) et (3) doivent être positifs, pour que

l'expression $h_1^2 - g_1 g'_1$, où g_1, h_1, g'_1 désignent les parties imaginaires de g, h, g', puisse être négatives.

» Observons enfin que nous avons le droit de supposer premiers entre eux les déterminants tels que $AB_1 - BA_1$, ..., $DE_1 - ED_1$, formés avec les coefficients des équations (1) : dans le cas contraire, il suffirait de remplacer une de ces équations par une de ses combinaisons linéaires avec l'autre.

» Pour simplifier l'écriture, nous admettrons que les coefficients B et B_1 sont pairs; ce caractère se conserve dans toute transformation du premier ordre. Les invariants (2) sont donc divisibles par 4; nous poserons

$$\Delta = \frac{B^2}{4} - AC - DE; \qquad \Delta_1 = \frac{B_1^2}{4} - A_1C_1 - DE_1,$$

$$\delta = \frac{1}{2} BB_1 - AC_1 - CA_1 - DE_1 - ED_1,$$

et l'on aura

$$\Delta > 0; \qquad \Delta_1 > 0; \qquad 4\Delta\Delta_1 - \delta^2 > 0.$$

» Cela posé, si f et f_1 désignent les premiers membres des deux relations (1), l'invariant (2) de l'équation singulière $xf + yf_1$, où x et y sont des entiers sans diviseur commun, est, après suppression du facteur 4,

$$\Delta x^2 + \delta xy + \Delta_1 y^2, \tag{4}$$

c'est-à-dire une forme quadratique binaire, *positive*, en x et y. Cette forme ne change pas si l'on opère sur f et f_1 une transformation du premier ordre, puisque ses coefficients sont des invariants; elle se change en une forme équivalente (proprement ou improprement) si l'on remplace les relations $f = 0$, $f_1 = 0$ par un système *arithmétiquement équivalent* :

$$\lambda f + \mu f_1 = 0, \qquad \lambda' f + \mu' f_1 = 0,$$

λ, μ, λ', μ' étant des entiers quelconques, tels que $\lambda\mu' - \lambda'\mu = \pm 1$.

» Ainsi, à tout système de relations (1) correspond une classe de formes quadratiques binaires positives, proprement ou improprement équivalentes entre elles.

» II. Réciproquement, si deux systèmes (1) donnent naissance à deux formes équivalentes, F et F', ces deux systèmes sont réductibles l'un à l'autre par une transformation du premier ordre, lorsque les deux formes considérées sont *primitives*.

» Soit, en effet, $ax^2 + bxy + cy^2$ une forme équivalente aux deux formes primitives données, F et F', et dans laquelle le coefficient a est pre-

mier impair : une telle forme existe, en vertu d'un théorème célèbre de Dirichlet sur les formes primitives. La forme F a été déduite, selon la formule (4), de deux relations singulières $f = 0$, $f_1 = 0$, du type (1) et, par hypothèse, les deux formes

$$ax^2 + bxy + cy^2 \quad \text{et} \quad \Delta x^2 + \delta xy + \Delta_1 y^2$$

sont équivalentes. La seconde peut donc représenter (proprement) le nombre a, c'est-à-dire que, parmi les relations $\lambda f + \mu f_1 = 0$, l'une a pour invariant $4a$, les nombres λ et μ étant premiers entre eux. Cette relation pourra, par une transformation du premier ordre, se ramener à $h^2 - gg' - a = 0$, de sorte que le système $f = 0, f_1 = 0$ sera arithmétiquement équivalent au suivant :

$$(5) \qquad h^2 - gg' - a = 0, \qquad \alpha g + 2\beta h + \gamma g' + \omega = 0,$$

en faisant disparaître le terme en $h^2 - gg'$ dans la dernière équation à l'aide de la première. Toutes ces opérations ne changent pas la classe de formes binaires liée aux équations singulières considérées.

» On peut maintenant effectuer une transformation du premier ordre n'altérant pas la relation $h^2 - gg' - a = 0$, et changeant la seconde relation (5) en une équation analogue où $\alpha = 1$ et $\beta = 0$. Le système (5) devient alors

$$(6) \qquad h^2 - gg' - a = 0, \qquad g - mg' - n = 0,$$

et la forme binaire correspondante, à savoir

$$ax^2 + nxy + my^2,$$

est toujours équivalente à $ax^2 + bxy + cy^2$. En particulier, leurs discriminants sont égaux, c'est-à-dire que

$$b^2 - n^2 = 4a(c - m),$$

ce qui montre que $b \pm n$ est divisible par a. Comme d'ailleurs b et n sont nécessairement de même parité, on aura $n = \pm b + 2a\rho$, d'où l'on déduit $m = c \pm b\rho + a\rho^2$. Or il est aisé de voir que la relation

$$g - mg' - n = 0, \qquad \text{c'est-à-dire} \qquad g - (c \pm b\rho + a\rho^2)g' \mp b - 2a\rho = 0,$$

peut se ramener au type $g - cg' - b = 0$, par une transformation du premier ordre n'altérant pas l'équation $h^2 - gg' - a = 0$.

En d'autres termes, tous les systèmes de relations (1) qui donnent nais-

sance à une forme positive et primitive, d'une classe donnée, peuvent se ramener, à l'aide de transformations du premier ordre, à un seul et même système.

» III. Cela posé, passons des relations singulières entre les périodes aux relations correspondantes entre les modules. Nous choisirons pour modules des fonctions abéliennes dérivées d'un radical,

$$\sqrt{pz^6 + qz^5t + \ldots + rt^6},$$

les trois invariants indépendants de la forme du sixième ordre sous le signe $\sqrt{}$: si les périodes g, h, g' sont liées par une relation singulière d'invariant 4Δ, les trois modules vérifient une équation algébrique qui définit la *surface hyperabélienne* d'invariant 4Δ.

» Supposons que les périodes soient liées par deux relations singulières *données* du type (1) ; les modules sont fonctions d'un seul paramètre et le point de l'espace qui a ces quantités pour coordonnées décrira une *courbe gauche algébrique*. Cette courbe gauche, en vertu de ce qui précède, restera la même si l'on remplace les équations (1) données par un système analogue engendrant la *même* classe de formes quadratiques binaires (proprement ou improprement équivalentes), pourvu que cette classe soit primitive.

» En d'autres termes, à un invariant positif 4Δ correspond une surface, et à une classe de formes positives et primitives correspond une courbe; de plus, si un nombre N est représentable proprement par une forme de la classe, la surface d'invariant $4N$ contient la courbe de la classe, et réciproquement : car les nombres $4N$ sont les invariants des relations singulières $xf + yf_1 = 0$, déduites des relations $f = 0$, $f_1 = 0$, génératrices de la classe.

» De là une méthode, toute théorique, il est vrai, mais d'un caractère intéressant, pour reconnaître si une forme quadratique binaire, positive et primitive, peut, ou non, représenter proprement un nombre donné : *le problème se ramènera à constater si une surface algébrique, qui ne dépend que du nombre, contient ou non une courbe algébrique qui ne dépend que de la forme.*

» S'il y a k représentations distinctes du nombre par la forme, la courbe est multiple d'ordre k sur la surface, et réciproquement.

» IV. Considérons maintenant les deux surfaces hyperabéliennes qui répondent à deux invariants 4Δ et $4D$, tels que Δ et D soient premiers

entre eux. Chacune d'elles contient, d'après ce qui précède, les courbes qui répondent aux formes binaires positives, et nécessairement primitives, qui peuvent représenter à la fois proprement Δ et D; réciproquement, le long d'une courbe commune aux deux surfaces, les périodes correspondantes des fonctions abéliennes vérifient deux relations singulières, telles que les formes binaires qui en dérivent représentent proprement Δ et D : il ne peut y avoir d'exception que pour des courbes particulières, le long desquelles les modules (ainsi que les périodes) sont indéterminés, et qui répondent à des cas de dégénérescence.

» Donc, en dehors de ces courbes exceptionnelles, communes d'ailleurs à toutes les surfaces hyperabéliennes considérées, *deux surfaces d'invariants* 4Δ *et* $4\mathrm{D}$ *se coupent, si* Δ *et* D *sont premiers entre eux, suivant autant de courbes algébriques distinctes qu'il y a de classes de formes quadratiques binaires, positives et primitives, pouvant représenter proprement* D *et* Δ.

» V. Le groupe fuchsien de la courbe de l'espace C, qui répond à une classe donnée de formes primitives, se détermine aisément. Soient

$$(7) \qquad h^2 - gg' = \mathrm{D}, \qquad g - mg' - n = 0$$

les deux équations singulières génératrices de la classe : à deux systèmes de périodes vérifiant ces équations et liés l'un à l'autre par une transformation du premier ordre correspond un même point de la courbe C, et réciproquement. On est ainsi amené à chercher toutes les transformations d'ordre 1 qui reproduisent l'ensemble des deux équations (7).

» Il est aisé d'établir que, si la classe correspondante n'est pas ambiguë, les deux équations doivent séparément se reproduire sans changement ou avec un changement de signes simultané, et l'on en déduit la forme générale des transformations cherchées. Le résultat peut s'énoncer ainsi :

» Posons, comme l'a fait M. Picard dans ses belles recherches sur les transformations, qui laissent invariable la relation $h^2 - gg' - \mathrm{D} = 0$,

$$g = -2\frac{\sqrt{\mathrm{D}}}{\xi + \eta}, \qquad h = \sqrt{\mathrm{D}}\frac{\xi - \eta}{\xi + \eta}, \qquad g' = 2\frac{\sqrt{\mathrm{D}}\,\xi\eta}{\xi + \eta};$$

on a, entre ξ et η, l'équation

$$2\sqrt{\mathrm{D}} + 2m\sqrt{\mathrm{D}}\,\xi\eta + n(\xi + \eta) = 0,$$

et l'on trouve que les transformations cherchées font subir à ξ les substitu-

tions linéaires de la forme

$$(8)\qquad \xi_1 = \frac{(b_1 - na_3 + \sqrt{D}\,b_3)\,\xi + (a_1 - a_3\sqrt{D})}{(ma_1 - nb_3 + m\sqrt{D}\,a_3)\,\xi + (b_1 - b_3\sqrt{D})},$$

où a_1, b_1, a_3, b_3 sont des entiers quelconques, assujettis seulement à vérifier la relation [en vertu de laquelle le déterminant (8) est l'unité]

$$b_1^2 - D b_3^2 - m(a_1^2 - D a_3^2) - n(a_3 b_1 - a_1 b_3) = 1.$$

Aux substitutions (8) il faut ajouter celle-ci, dont le carré est la substitution unité :

$$(9)\qquad \xi_1 = -\frac{n\xi + 2\sqrt{D}}{2m\sqrt{D}\,\xi + n},$$

de sorte que le groupe fuchsien de la courbe C est formé par l'ensemble des substitutions (8) et (9), car les modules des fonctions abéliennes envisagées, c'est-à-dire les coordonnées d'un point de C, sont évidemment des fonctions uniformes de ξ.

» Ce groupe ne diffère que par la substitution (9) de ceux que M. Poincaré a déduits des transformations en elle-même d'une forme quadratique ternaire; je reviendrai prochainement sur cette corrélation en étudiant les fonctions abéliennes triplement singulières.

» VI. Dans un ordre d'idées différent, voici quelques conséquences arithmétiques relatives à la forme $X^2 - 4YZ - 4TU$.

» J'ai établi (*loc. cit.*) que deux équations singulières de même invariant sont toujours réductibles l'une à l'autre par une transformation du premier ordre, ce qu'on peut énoncer ainsi :

» 1° *Toutes les représentations propres d'un nombre positif a. par la forme* $X^2 - 4YZ - 4TU$, *se déduisent de l'une quelconque d'entre elles,* x, y, z, t, u, *par les formules*

$$\begin{aligned}
X &= x[2(ad)_{03} - 1] + 2y(db)_{03} + 2z(ac)_{03} + 2t(cd)_{03} + 2u(ab)_{03},\\
Y &= x\,(ad)_{31} + y(db)_{31} + z(ac)_{31} + t(cd)_{31} + u(ab)_{31},\\
Z &= x\,(ad)_{02} + y(db)_{02} + z(ac)_{02} + t(cd)_{02} + u(ab)_{02},\\
T &= x\,(ad)_{23} + y(db)_{23} + z(ac)_{23} + t(cd)_{23} + u(ab)_{23},\\
U &= x\,(ad)_{01} + y(db)_{01} + z(ac)_{01} + t(cd)_{01} + u(ab)_{01},
\end{aligned}$$

où $(ab)_{ij}$ *désigne* $a_i b_j - a_j b_i$, *et où les seize entiers* a_i, b_i, c_i, d_i *sont les coefficients d'une transformation abélienne du premier ordre.*

» 2° *Les formules précédentes donnent toutes les transformations en elle-même de la forme* $x^2 - 4yz - 4tu$.

» On en conclut sans difficulté que toutes les décompositions d'un nombre positif, de l'une des formes $4N$ et $4N+1$, en une somme de cinq carrés, dont trois positifs et deux négatifs, se déduisent de l'une quelconque d'entre elles par des formules faciles à déduire des précédentes. »

MÉCANIQUE. — *Résistance due aux vagues satellites;* par M. DE BUSSY.

« 1. J'ai constaté la proportionnalité de la hauteur des vagues satellites au carré de la vitesse dans les expériences indiquées ci-dessous :

» 1° Expériences de traction opérées sur un modèle au $\frac{1}{16}$ d'un navire;

» 2° Essais de vitesse du *Guichen;*

» 3° Essais de vitesse du croiseur américain *Columbia.*

» Dans les expériences de traction opérées sur un modèle au $\frac{1}{16}$ d'un navire, la vitesse exprimée en mètres par seconde a varié de 1,1 à 2,2 (¹). Le Tableau ci-dessous donne, pour les vitesses extrêmes et sept vitesses intermédiaires, des nombres proportionnels à la hauteur de la vague de l'avant et le rapport du carré de la vitesse au nombre proportionnel correspondant, rapport qui reste à très peu près constant.

Vitesses (en mètres par seconde).	Nombres proportionnels aux hauteurs de la vague de l'avant.	Rapports des carrés de la vitesse aux nombres proportionnels à la hauteur de la vague.
1,10	6,6	0,1833
1,50	12,00	0,1875
1,60	13,60	0,1882
1,70	15,60	0,1852
1,80	17,50	0,1851
1,90	19,40	0,1860
2,00	21,50	0,1860
2,10	23,70	0,1860
2,20	27,00	0,1792

(¹) Les vitesses de $1^m,1$ à $2^m,2$ par seconde du modèle correspondent à des vitesses de $8^n,55$ et de $17^n,10$ du navire de 81^m de longueur.

» Dans les essais du *Columbia* et du *Guichen*, on a relevé des hauteurs de la vague de l'avant qui sont sensiblement proportionnelles au carré de la vitesse.

Columbia.

Vitesse en nœuds.	Hauteur de la vague de l'avant (en mètres).	Rapport du carré de la vitesse à la hauteur de la vague de l'avant.
20,9	1,920	227,6
22,5	2,256	224,3

Guichen.

Vitesse en nœuds.	Hauteur de la vague de l'avant (en mètres).	Rapport du carré de la vitesse à la hauteur de la vague de l'avant.
20,64	1,90	224,2
20,91	2,00	218,7
23,54	2,40	230,0

» J'ai dit qu'il était naturel de considérer la hauteur des vagues satellites comme étant proportionnelle au carré de la vitesse du navire. Cette proportionnalité semble, en effet, une conséquence du fait relaté sous le titre A combiné avec cet autre fait, reconnu aussi par Froude, et qui consiste en ce que les vagues divergentes formées par des navires semblables se mouvant à la même vitesse constituent des systèmes dont la configuration en plan et les dimensions horizontales sont les mêmes.

» Soient c et C deux carènes semblables dont le rapport de similitude est égal à λ, se mouvant la première à la vitesse V, la seconde à la vitesse $V \times \sqrt{\lambda}$. Nous savons que, conformément à ce qui est relaté au paragraphe A ([1]), c et C donneront lieu à des systèmes de vagues semblables, que j'appellerai s et S, dont le rappport de similitude sera égal à λ.

» D'autre part, la carène c, si elle se meut à la vitesse $V \times \sqrt{\lambda}$, produira

---

([1]) A. Deux navires semblables dont le rapport de similitude est égal à λ, se mouvant à des vitesses correspondantes V et $V\sqrt{\lambda}$, donnent lieu à des systèmes de vagues semblables dont le rapport de similitude est le même que celui des navires.

des vagues dont le système s_1 sera identique avec celui S produit à la même vitesse par la carène C, *au point de vue de la configuration en plan et des dimensions horizontales des vagues divergentes*. On peut en déduire que les systèmes s_1 et S auront la même hauteur. En effet, il y a lieu d'observer que les vagues divergentes n'affectent point la forme de prismes s'élevant verticalement sur les projections horizontales de ces vagues; elles ont une forme pyramidale, et chaque crête s'abaisse en pente douce de son sommet à l'extrémité de sa projection horizontale. Dans ces conditions, il ne semble pas possible que sa hauteur varie sans que la ligne qui limite la surélévation du liquide au-dessus du niveau normal soit changée de situation, ou, en d'autres termes, que la vague en plan soit modifiée. Nous devons donc admettre que les hauteurs des systèmes s_1 et S sont les mêmes pour les vagues divergentes et, par analogie, pour les vagues transversales; d'où il suit que les hauteurs de s et de s_1 sont dans le rapport λ, soit dans celui du carré des vitesses.

» 2. Froude a reconnu que, pour le modèle du *Greyhound*, dont on faisait varier la vitesse, les résistances dues à la formation des vagues satellites croissaient en même temps que les vagues dans une mesure telle qu'il y avait là une vérification expérimentale de la *loi de comparaison* [1], loi qui a pour conséquence la proportionnalité des résistances afférentes à des systèmes semblables de vagues satellites aux cubes des dimensions de ces systèmes, ce que nous allons établir.

» Considérons deux systèmes semblables de vagues satellites s et S dont les longueurs de crête en crête respectives sont δ et Δ. Soit c une carène de longueur d qui produit s à la vitesse v. S sera produit à une vitesse V telle que $\frac{V^2}{v^2} = \frac{\Delta}{\delta}$ soit par c, soit par une carène semblable C [2]. Donnons à C une longueur D telle que $\frac{D}{d} = \frac{V^2}{v^2}$. Soit r la résistance afférente aux vagues

---

[1] La *loi de comparaison* est formulée par Froude dans les termes suivants : *Si le navire a* D *fois les dimensions du modèle et si, aux vitesses* V_1, V_2, V_3, *les résistances du modèle sont* R_1, R_2, R_3, *les résistances du navire aux vitesses* $V_1\sqrt{D}$, $V_2\sqrt{D}$, $V_3\sqrt{D}$ *seront égales à* D^3R_1, D^3R_2, D^3R_3.

[2] On sait, d'une part, que tous les systèmes de vagues produits par un même navire à des vitesses différentes sont semblables, leurs dimensions homologues étant entre elles comme les carrés des vitesses, et, d'autre part, que tous les systèmes de vagues satellites produits à la même vitesse par des navires semblables sont identiques.

satellites de c marchant à la vitesse v, et R la résistance afférente aux vagues satellites de C marchant à la vitesse V. En vertu de la loi de comparaison, nous aurons $\frac{R}{r} = \frac{D^3}{d^3}$ puisque $\frac{V^2}{v^2} = \frac{D}{d}$. Nous avons aussi $\frac{V^2}{v^2} = \frac{\Delta}{\delta}$. Donc $\frac{\Delta}{\delta} = \frac{D}{d}$ et $\frac{R}{r} = \frac{\Delta^3}{\delta^3}$.

C. Q. F. D. »

BOTANIQUE. — *Sur les* Daniellia *et leur appareil sécréteur.* Note de M. L. GUIGNARD.

» Dans une Note présentée à l'Académie le 7 avril courant (¹), M. Heckel a appelé l'attention sur certaines Légumineuses-Cæsalpiniées du genre *Daniellia*, qui croissent dans l'Afrique occidentale et fournissent un produit balsamique spécial. On n'en connaît encore, d'une façon suffisante, que deux espèces, le *D. thurifera*, décrit par J. Bennett en 1854, et le *D. oblonga*, distingué du précédent par D. Oliver en 1871. Depuis la description de J. Bennett et les indications sommaires du Dʳ Daniell sur « l'encens de Sierra Leone » fourni par la première de ces espèces, leur étude n'avait pas été reprise.

» Au retour de son récent voyage botanique au Soudan et au Sénégal, M. Aug. Chevalier avait eu l'obligeance de me remettre des échantillons des deux plantes, soit secs, soit parfaitement conservés dans des liquides appropriés; ils étaient accompagnés de notes intéressantes sur les caractères extérieurs et la distribution géographique de chacune d'elles. L'étude de ces échantillons m'a permis de publier, au commencement du mois dernier (²), un travail assez détaillé, dont le principal but était de faire connaître la présence, chez les *Daniellia*, d'un appareil sécréteur particulier, analogue à celui que j'avais décrit jadis chez les *Copaifera* (³). M. Heckel ne paraît pas en avoir eu connaissance.

» Je n'attacherais cependant aucune importance à cette question de

(¹) ED. HECKEL, *Sur les* Daniellia *d'Afrique occidentale et sur leurs produits résineux, leur rapport avec le* Hammout *ou encens du Soudan français* (*Comptes rendus*, séance du 7 avril 1902).

(²) *Les* Daniellia *et leur appareil sécréteur* (*Journal de Botanique*, mars 1902, p. 69-97, avec 19 figures dans le texte).

(³) *L'appareil sécréteur des* Copaifera (*Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXXIX, 1892).

priorité, si les résultats énoncés par l'auteur n'étaient bien différents, comme on va le voir, de ceux auxquels je suis arrivé. Je ne rappellerai d'ailleurs, ici, que l'un des points les plus intéressants dans cette étude.

» Les *Daniellia*, dit M. Heckel, peuvent se ranger à côté des *Hymenæa*, des *Myroxylon* et des *Copaifera*, toutes Légumineuses bien connues comme pourvues de canaux sécréteurs dans divers tissus de leurs organes. Mais, ici, ils sont localisés dans l'écorce et dans la moelle, ce qui les distingue nettement des trois genres que je viens de nommer. Dans les Copahus, en effet, d'après M. Guignard, ces canaux existent dans l'écorce (primaire au moins), dans le bois et dans la moelle de la tige; dans les *Myroxylon*, qui donnent le baume de Tolu et du Pérou, et dans les *Hymenæa* (à copal), ils sont localisés dans l'écorce. La situation de ces canaux dans les *Daniellia* est donc intermédiaire (écorce et moelle) : elle vient combler une lacune qui permet ([1]) d'établir un parallèle complet entre la disposition de ces organes dans les Légumineuses et dans les Térébinthacées, deux familles à affinités éloignées. . . .

» Bien que la controverse ne porte pas, dans le cas actuel, sur les *Hymenæa* et les *Myroxylon*, je crois pourtant devoir faire remarquer d'abord, au point de vue de la nature et de la répartition des organes sécréteurs, que, sur des échantillons authentiques d'*Hymenæa verrucosa*, provenant de la Martinique et accompagnés de morceaux de copal fournis par cette plante, j'ai trouvé des poches sécrétrices à la fois dans l'écorce primaire et dans la moelle (où elles deviennent souvent très volumineuses), et non des canaux sécréteurs dans l'écorce seulement.

» Chez les *Daniellia*, l'écorce renferme aussi des organes sécréteurs schizogènes dans le parenchyme primaire, mais ce sont également des poches isolées, plus ou moins allongées, et non des canaux. En outre, et c'est là ce qui distingue avant tout les *Daniellia* des deux genres précédents, *le bois contient des canaux sécréteurs*, fort nombreux dans le *D. thurifera* tout au moins, et que M. Heckel n'a pas aperçus. Les canaux qu'il rapporte à la moelle, à la périphérie de laquelle ils sont situés, ont un diamètre plus grand que ceux du corps ligneux et sont par suite plus apparents. Mais, après en avoir étudié l'origine et suivi le développement sur des matériaux fort bien conservés pour l'étude anatomique, je pense qu'ils doivent être, en réalité, rapportés au bois lui-même; les *Copaifera*, au contraire, ont en plus des poches propres à la moelle, souvent fort longues, et réparties dans toute son épaisseur. Les canaux d'apparence périmédul-

([1]) Il faut évidemment lire « et permet. . . ».

laire, chez les *Daniellia*, comme les canaux plus étroits situés dans la masse ligneuse, forment un système anastomosé analogue à celui du bois du *Copaifera*, mais à mailles plus larges et surtout plus allongées.

» C'est précisément l'existence de ce système sécréteur réparti dans toute l'épaisseur du bois qui constitue le caractère saillant des *Daniellia;* avec le *Copaifera* et les *Eperua* de l'Amérique tropicale, ce sont, à ma connaissance, les seules Légumineuses actuellement connues comme possédant des canaux sécréteurs intra-ligneux. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Nouvelles observations sur la flore fossile du bassin de Kousnetzk* (*Sibérie*). Note de **R. Zeiller.**

« J'ai formulé, il y a environ six ans, quelques observations sur les conclusions de Schmalhausen relatives à l'âge de la flore fossile du bassin de Kousnetzk, situé sur le versant nord de l'Altaï, ainsi que de la Tongouska inférieure ([1]). Alors que le bassin de Kousnetzk avait été assimilé au Grès rouge par P. de Tchihatcheff, et rapporté au terrain houiller par M. Grand'Eury comme par H.-B. Geinitz, Schmalhausen, qui le premier avait pu faire une étude détaillée de sa flore, avait, en 1879 ([2]), attribué au Jurassique, en les rangeant dans le Jura brun, les couches de charbon de ce bassin, dont la flore lui avait paru avoir une étroite affinité avec celle de l'Oolithe inférieure de la Sibérie, qui venait d'être décrite par O. Heer. Il avait rangé sur le même niveau les schistes à empreintes végétales de la Tongouska inférieure, dont la flore est, en effet, à peu près identique à celle du bassin de Kousnetzk.

» MM. Bodenbender et Kurtz ayant retrouvé en 1895 dans le Permien de la République Argentine des espèces qui n'avaient encore été rencontrées que dans les couches de la Petschora, classées également comme jurassiques par Schmalhausen, j'avais montré que pour la Petschora tout au moins les déterminations d'âge de Schmalhausen devaient être rectifiées, qu'il fallait rapporter au Permien les couches à plantes de cette région, et

---

([1]) *Remarques sur la flore fossile de l'Altaï, à propos des dernières découvertes paléobotaniques de MM. les Drs Bodenbender et Kurtz dans la République Argentine* (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, t. XXIV, 1896, p. 466-487).

([2]) J. Schmalhausen, *Beiträge zur Jura-Flora Russlands* (*Mém. Acad. Imp. d. Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. XXVII, n° 4).

qu'il en était probablement de même pour celles du bassin de Kousnetzk et de la Tongouska inférieure. Toutefois quelques-unes des espèces de ces dernières provenances décrites par Schmalhausen paraissant réellement affines à certains types de la flore secondaire, il m'avait paru prudent, malgré la présence de Lépidodendrées dans le bassin de Kousnetzk, et malgré les affinités d'un bon nombre des espèces de ce bassin avec des formes permiennes, de demeurer sur la réserve et de m'abstenir de conclusions formelles jusqu'à ce qu'une étude paléobotanique approfondie eût pu être entreprise sur des matériaux plus complets et eût donné la solution définitive de la question.

» Depuis la publication de cette Note, M. Tolmatschow, l'un des géologues chargés de l'étude du bassin de Kousnetzk, a bien voulu me demander d'étudier les échantillons recueillis dans ce bassin tant par quelques-uns de ses confrères que par lui-même, et j'ai reçu en communication, par son obligeant intermédiaire, les séries d'empreintes de cette provenance comprises dans les collections du Musée géologique de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, du Comité géologique de Russie, et des Universités impériales de Saint-Pétersbourg, de Jurjew (Dorpat) et de Tomsk, formant un total d'environ 300 échantillons. L'étude détaillée en sera nécessairement assez longue, mais le premier examen que j'en ai fait m'a fourni déjà des résultats assez nets pour qu'il me paraisse intéressant de les communiquer à l'Académie.

» La plus grande partie de ces échantillons proviennent de l'étage moyen du bassin de Kousnetzk, qui renferme les couches exploitables, et principalement des localités de Balahonka, Meretzkaïa, Koltchouguina, Batchat, Novo-Batchat, Belowa-sur-Batchat, Afonina, Monastyrskaïa, des rivières Inia, Oussa et Toutoniasse.

» L'étage inférieur, qui, d'après les renseignements que m'a communiqués Mme Tolmatschow, repose directement et en stratification concordante sur le calcaire carbonifère marin, n'a guère fourni que des moules internes de tiges de Lépidodendrées, du type *Knorria*, qui ne semblent pas se retrouver dans l'étage moyen.

» Les espèces les plus abondantes de cet étage moyen sont celles que Schmalhausen a décrites sous les noms de *Cyathea Tchihatchewi*, de *Cyclopitys Nordenskiöldi*, de *Rhiptozamites Gœpperti* : l'examen que j'ai fait des échantillons mêmes a confirmé les présomptions que m'avait suggérées la vue des figures, très exactes, de la *Jura-Flora Russlands* de Schmalhausen.

» Le *Cyathea Tchihatchewi*, décrit antérieurement par Gœppert sous les

noms de *Sphenopteris imbricata* et de *Sphen. anthriscifolia*, et rapproché avec raison par Eichwald du *Pecopteris Pluckeneti*, me paraît décidément identique avec le *Pecopteris leptophylla* Bunbury, du Permien inférieur du Portugal et de la Corrèze.

» Le *Cyclopitys Nordenskiöldi* est, à n'en pas douter, une Equisétinée du groupe des Annulariées, ne différant des *Annularia* typiques que par l'incurvation de ses feuilles qui, étalées sur presque toute leur étendue dans un même plan, s'infléchissent plus ou moins nettement à la base pour s'insérer sur les articulations du rameau; mais ce caractère, qui se retrouve chez l'*Annularia australis* du Houiller d'Australie, comme l'avait lui-même reconnu Schmalhausen, n'est pas toujours également accentué, et chez certains échantillons de Novo-Batchat l'incurvation basilaire est même si peu sensible qu'on croirait avoir affaire tout simplement à l'*Annularia stellata* du Stéphanien et du Permien.

» Les feuilles décrites comme *Rhiptozamites Gœpperti* ne sont autre chose que des feuilles de *Cordaites*, les unes à nervation exactement parallèle, les autres, plus petites, à nervures quelque peu divergentes, et je serais assez porté à penser qu'il doit y avoir là deux formes spécifiques différentes.

» Parmi les espèces affines, au moins en apparence, à des types jurassiques, la plus caractéristique, celle que Schmalhausen avait identifiée au *Pecopteris whitbyensis* de Brongniart, appartient bien en effet au groupe des *Cladophlebis*, si répandu à l'époque secondaire, mais elle me paraît différer quelque peu des espèces triasiques aussi bien que jurassiques, et devoir conserver le nom spécifique propre que lui avait assigné Gœppert (*Neuropteris adnata*), se rapprochant surtout des espèces du Permien de la Virginie décrites par MM. Fontaine et White comme *Callipteridium Dawsonianum* et *Call. odontopteroides*.

» L'examen du principal échantillon figuré par Schmalhausen comme *Phœnicopsis angustifolia* me porterait à y voir plutôt des fragments de feuilles de *Baiera* rappelant surtout certaines formes permiennes.

» Je n'ai, il est vrai, rien à reprendre à la détermination de Schmalhausen relative au *Czekanowskia rigida*, mais si l'on a en effet affaire à ce genre, qui n'avait pas encore été reconnu dans la flore paléozoïque, il est difficile d'affirmer l'identité spécifique lorsqu'on ne dispose, comme c'est le cas, que d'organes foliaires presque filiformes, ne pouvant guère offrir de caractères distinctifs appréciables.

» En s'en tenant donc aux espèces mêmes décrites par Schmalhausen,

et sans revenir, pour celles dont je ne rappelle pas ici les noms, sur les observations que j'avais formulées en 1896, on peut dès maintenant conclure, sans hésitation, à l'attribution au Permien de cette flore fossile de l'étage moyen du bassin de Kousnetzk, ainsi que je l'avais pensé, et conformément à la détermination d'âge géologique indiquée dès 1845 par Tchihatchew. Mais les échantillons qui m'ont été communiqués renferment en outre quelques autres espèces que Schmalhausen n'avait pas eues sous les yeux, et en présence desquelles il n'aurait pu hésiter, tant elles sont caractéristiques. Je citerai d'abord, de la rivière Oussa, près de son confluent avec la rivière Nime-ni-guesse, un *Nevropteris* très voisin, s'il ne lui est identique, du *Nevr. Planchardi* Zeiller du Permien inférieur; puis, de Balahonka, un petit fragment de penne appartenant évidemment au genre permien *Callipteris*, et voisin à la fois du *Call. crassinervia* Gœppert (sp.) et du *Call. Nicklesi* Zeiller; enfin, de Koltchouguina, de superbes échantillons du *Callipteris conferta*, les uns presque exactement conformes au type même de Sternberg, les autres offrant la variété *obliqua* : cette espèce, si répandue dans le Permien et exclusivement propre à ce terrain, aurait suffi à elle seule à trancher la question, et constitue certainement le document le plus intéressant de ceux qui m'ont été communiqués.

» J'ajoute que j'ai pu, grâce à l'obligeance de M. Tolmatschow, obtenir communication de quelques-uns des types mêmes de Schmalhausen, entre autres du *Zamiopteris glossopteroides* de la Tongouska inférieure, que M. Kosmovsky (¹) avait rapproché des *Gangamopteris* de la flore fossile de l'Inde et de l'Australie et que j'avais moi-même comparé au genre *Palæovittaria* de la flore de Damuda : l'examen que j'en ai fait m'a permis d'y reconnaître un *Lesleya* bien caractérisé, tout à fait comparable à certaines formes des couches stéphaniennes ou permiennes du centre ou du midi de la France. D'autre part, les *Rhiptozamites* doivent être, ainsi que je l'ai dit, identifiés à notre genre houiller et permien *Cordaites*, et non pas aux *Nœggerathiopsis*, auxquels divers auteurs, notamment M. Kosmovsky et tout récemment M. Newell Arber (²), avaient cru pouvoir les assimiler.

(¹) C. Kosmovsky, *Quelques mots sur les couches à végétaux fossiles dans la Russie orientale et la Sibérie* (*Bull. Soc. Imp. des Natur. de Moscou*, 1891, nº 1, p. 170-177).

(²) E.-A. Newell Arber, *On the Clarke collection of fossil plants from New South Wales* (*Quart. Journ. Geol. Soc. London*, t. LVIII, 1902, p. 1-27, pl. I).

» Ces flores permiennes de la Sibérie n'ont donc pas, à part les *Phyllotheca*, autant de ressemblances avec la flore indienne à *Glossopteris* qu'on avait pu le croire un moment. En réalité, elles me paraissent étroitement alliées, par les espèces qui s'y montrent les plus abondantes et les plus caractéristiques, aux flores permiennes normales de l'Europe et de l'Amérique du Nord, dont elles ne se distinguent guère que par la présence de quelques types particuliers, tels que les *Phyllotheca* et les diverses formes que Schmalhausen a rapportées aux Salisburiées, ces dernières y étant d'ailleurs fort rares et n'y jouant qu'un rôle absolument effacé. »

M. **Berthelot** est désigné comme Délégué de l'Académie des Sciences à la Commission du *Journal des Savants*.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Valz pour 1902. — MM. Lœwy, Janssen, Callandreau, Wolf, Radau.

Commission chargée de juger le concours du prix Damoiseau pour 1902. — MM. Callandreau, Radau, Lœwy, Wolf, Faye.

Commission chargée de juger le concours du prix Janssen pour 1902. — MM. Janssen, Lœwy, Wolf, Callandreau, Faye.

Commission chargée de juger le concours du prix Binoux pour 1902. — MM. Guyou, Bouquet de la Grye, Grandidier, de Bussy, Bassot.

Commission chargée de juger le concours du prix Hébert pour 1902. — MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle, Potier.

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique) pour 1902. — MM. Haton de la Goupillière, Alfred Picard, Rouché, de Freycinet, Laussedat, Brouardel.

Commission chargée de juger le concours du prix Jecker pour 1902. — MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Haller.

Commission chargée de juger le concours du prix Fontannes pour 1902. — — MM. Gaudry, Marcel Bertrand, de Lapparent, Zeiller, Michel Lévy.

Commission chargée de juger le concours du prix Gay pour 1902. — MM. Bouquet de la Grye, Bassot, de Lapparent, Laussedat, Grandidier.

Commission chargée de juger le concours du prix Desmazières pour 1902. — MM. Bornet, Van Tieghem, Guignard, Bonnier, Prillieux.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente un Volume posthume de *Joseph Bertrand* intitulé « Éloges académiques, nouvelle série ».

Ce Volume comprend les éloges de Poinsot, de Cosson, de Chasles, de Cordier, de Paris, de Cauchy et de Tisserand, lus dans les séances publiques de l'Académie, et des Notices sur Viète, Galilée, Papin, Clairaut, Euler, d'Alembert et Lagrange, Abel, Galois, Faraday, Pasteur.

M. **Albert Gaudry** présente un nouveau Volume du Système silurien de la Bohême, qui porte en tête : « Hommage du Musée bohême à l'Académie des Sciences, conformément au désir exprimé par Joachim Barrande dans son testament. » Lorsque, en 1883, l'éminent précepteur du comte de Chambord mourut à Frohsdorf, il avait composé 22 grands Volumes sur le système silurien du centre de la Bohême : c'est assurément un des monuments les plus remarquables qui aient été élevés dans les Sciences naturelles. Pourtant le travail n'était pas achevé. Barrande chargea le Musée bohême de terminer son Ouvrage. 3 Volumes des suites à Barrande ont paru; le 4e Volume, qui est envoyé aujourd'hui à l'Académie, est du Dr Philippe Pŏcta, professeur de Paléontologie à l'Université bohême de Prague; il traite des Anthozoaires et des Alcyonaires.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brünner de* $0^m,16$), *pendant le quatrième trimestre de* 1901. Note de M. **J. Guillaume.**

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, dont l'explication a été donnée page 583 du présent Volume des *Comptes rendus*.

» Il y a eu 40 jours d'observation dans ce trimestre; les principaux faits qui en résultent sont les suivants :

» *Taches.* — Le nombre des groupes de taches notés est de 5, nombre égal à celui

du précédent trimestre, mais leur surface totale est plus forte; on a, en effet, 189 millionièmes au lieu de 28 millionièmes.

» Leur répartition entre les deux hémisphères est de 3 au sud au lieu de 2, et de 2 au nord au lieu de 3.

» Le nombre des jours où le Soleil a été vu sans taches est de 28, d'où il résulte un nombre proportionnel de 0,70 au lieu de 0,83 obtenu précédemment.

» *Régions d'activité.* — Les groupes de facules ont augmenté tant en nombre qu'en étendue; on a, en effet, 76 groupes et une surface totale de 20,6 millièmes au lieu de 50 groupes et 12,0 millièmes.

» Cet accroissement du nombre des groupes de facules est, dans l'hémisphère sud, quadruple de ce qu'il est au nord de l'équateur; on a, en effet, 34 groupes au sud au lieu de 13, et 42 au nord au lieu de 37.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre 1901. — 0,62			
7-12	1	10,3	—9°,0		28
12	1	13,6		+32°,0	9
	13 j.		—9°,0	+32°,0	

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Novembre 1901. — 0,64			
31	1	2,6	—6°		20
13-21	5	19,3	—20°		125
	14 j.		—13°,0	»	
		Décembre 1901. — 0,85			
10-11	2	9,8		+28°	7
	13 j.		»	+28°,0	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1901.	Sud 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre...	»	»	»	»	1	1	1	»	»	»	1	»	2	37
Novembre.	»	»	»	1	1	2	»	»	»	»	»	»	2	145
Décembre.	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	»	»	1	7
Totaux..	»	»	»	1	2	3	2	»	»	1	1	»	5	189

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1901.	Sud 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre...	1	2	1	»	4	8	13	4	2	»	1	6	21	5,9
Novembre.	3	»	1	1	3	8	11	2	»	1	2	6	19	5,2
Décembre.	8	2	4	2	2	18	18	1	2	2	4	9	36	9,5
Totaux..	12	4	6	3	9	34	42	7	4	3	7	21	76	20,6

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation continue des surfaces.* Note de M. G. Tzitzeica, présentée par M. Darboux.

« C'est un théorème bien connu qu'on ne peut pas déformer une surface si une des courbes tracées sur elle reste rigide, sauf dans le cas où cette courbe est une ligne asymptotique. Cependant, je crois qu'on n'a jamais donné d'exemple de la déformation continue d'une surface autour d'une ligne asymptotique curviligne rigide. Les considérations suivantes m'ont permis de trouver une classe de surfaces qui admettent une déformation continue, avec conservation d'un réseau conjugué, autour de l'une de leurs lignes asymptotiques.

» J'ai démontré, il y a déjà quelque temps, qu'étant donnée la surface

$$(1)\qquad \begin{cases} x = A(a+u)^{\frac{3}{2}}(a+v)^{\frac{3}{2}}, \qquad y = B(b+u)^{\frac{3}{2}}(b+v)^{\frac{3}{2}}, \\ \qquad z = C(c+u)^{\frac{3}{2}}(c+v)^{\frac{3}{2}}, \end{cases}$$

il y a une infinité de surfaces applicables sur elle et ayant en commun avec elle le réseau conjugué (u, v), à savoir les surfaces

$$(2)\qquad \begin{cases} x' = A'(a'+u)^{\frac{3}{2}}(a'+v)^{\frac{3}{2}}, \qquad y' = B'(b'+u)^{\frac{3}{2}}(b'+v)^{\frac{3}{2}}, \\ \qquad z' = C'(c'+u)^{\frac{3}{2}}(c'+v)^{\frac{3}{2}} \end{cases}$$

avec

$$(3)\qquad \begin{cases} \Sigma A'^2 = \Sigma A^2, \qquad \Sigma A'^2 a' = \Sigma A^2 a, \qquad \Sigma A'^2 a'^2 = \Sigma A^2 a^2, \\ \qquad \Sigma A'^2 a'^3 = \Sigma A^2 a^2, \qquad \Sigma A'^2 a'^4 = \Sigma A^2 a^4. \end{cases}$$

» Il est intéressant de remarquer qu'on peut faire correspondre à tout point de la surface (1) un point d'un certain plan qui coupe les axes aux points α, β et γ. Les courbes coordonnées $u =$ const., $v =$ const. correspondent à des droites qui enveloppent une parabole P inscrite au triangle $\alpha\beta\gamma$; à cette parabole P du plan correspond la ligne asymptotique $u = v$, qu'enveloppent par conséquent les courbes coordonnées. Si l'on considère une autre parabole inscrite au triangle $\alpha\beta\gamma$, on aura sur la surface une autre ligne asymptotique, et aux tangentes de la nouvelle parabole correspondront les courbes d'un nouveau réseau conjugué qui reste le même dans une déformation continue.

» Cela étant, remarquons que, sur chacune des surfaces (2) de même que sur (1), la courbe $u = v$ est une ligne asymptotique; de plus, *aux points*

correspondants, ces lignes asymptotiques ont la même courbure et la même torsion. Il résulte de là qu'on peut, par un simple déplacement, faire coïncider l'asymptotique $u = v$ de (1) avec l'asymptotique $u = v$ d'une surface quelconque (2).

» Voici d'ailleurs les résultats définitifs : *les formules*

$$
\begin{aligned}
X &= \alpha_1(x' - A'a'^3) + \beta_1(y' - B'b'^3) + \gamma_1(z' - C'c'^3) + Aa^3,\\
Y &= \alpha_2(x' - A'a'^3) + \beta_2(y' - B'b'^3) + \gamma_2(z' - C'c'^3) + Bb^3,\\
Z &= \alpha_3(x' - A'a'^3) + \beta_3(y' - B'b'^3) + \gamma_3(z' - C'c'^3) + Cc^3,
\end{aligned}
$$

où

$$
\begin{aligned}
\alpha_1 &= \frac{A(a-b')(a-c')}{A'(a'-b')(a'-c')}, & \beta_1 &= \frac{A(a-c')(a-a')}{B'(b'-c')(b'-a')}, & \gamma_1 &= \frac{A(a-a')(a-b')}{C'(c'-a')(c'-b')},\\
\alpha_2 &= \frac{B(b-b')(b-c')}{A'(a'-b')(a'-c')}, & \beta_2 &= \frac{B(b-c')(b-a')}{B'(b'-c')(b'-a')}, & \gamma_2 &= \frac{B(b-a')(b-b)}{C'(c'-a')(c'-b')},\\
\alpha_3 &= \frac{C(c-b')(c-c')}{A'(a'-b')(a'-c')}, & \beta_3 &= \frac{C(c-c')(c-a')}{B'(b'-c')(b'-a')}, & \gamma_3 &= \frac{C(c-a')(c-b')}{C'(c'-a')(c'-b')},
\end{aligned}
$$

définissent, en tenant compte des relations (3), *une infinité de surfaces applicables les unes sur les autres, ayant toutes une courbe commune dans l'espace* ($u = v$), *qui est ligne asymptotique sur chacune d'elles.* »

MÉCANIQUE. — *Lois de déformation, principes de calcul et règles d'emploi scientifiques du béton armé.* Note de M. **Rabut**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Je résume ici les résultats de 5 ans d'expériences exécutées : sur 15 poutres de 5^m, gracieusement fournies par M. Hennebique (mars 1897); sur les ponts, encorbellements, planchers, etc. des lignes de Courcelles au Champ de Mars et des Invalides à Versailles; sur le pont de Châtellerault; sur les constructions de M. E. Coignet, à l'École de Physique et de Chimie; enfin sur nombre d'ouvrages de tous types, en France et à l'étranger. J'ai employé les appareils de mesure et la méthode créés par moi [1] et grâce auxquels j'ai déjà élucidé la déformation des ponts métalliques [2].

(1) *Recherches expérimentales sur la déformation des ponts métalliques* (*Comptes rendus,* novembre 1892). — *Renseignements pratiques pour l'étude expérimentale des ponts métalliques* (*Ann. des Ponts et Chaussées,* septembre 1896).

(2) *Conférence sur l'expérimentation des ponts* (*Congrès de Mécanique appliquée en* 1900).

» Première loi. — *Influence prépondérante de la solidarité des parties d'un ouvrage sur la déformation de chacune.* — Cette solidarité existe dans les ponts métalliques rivés et explique les divergences entre les déformations réelle et calculée; mais son influence est bien plus grande dans le béton armé. Dans les mêmes conditions de travure, une charge isolée influencera trois entretoises successives d'un pont en acier, neuf dans un pont en béton armé. Les pièces d'une charpente métallique sont des barres, des lignes, qui se joignent en des points; les éléments d'un ouvrage en béton armé sont des plaques, des surfaces, qui s'assemblent suivant des lignes. *Dans le calcul du béton armé, l'essentiel est donc, non la rigueur des formules de déformation locale* (qui impliquent toujours une hypothèse arbitraire, celle de Navier ou une autre), *mais l'appréciation du mode de réaction des joints.*

» Deuxième loi. — *Absence d'efforts secondaires dans les armatures.* — Dans une poutre métallique, une barre reçoit, de ses voisines, des réactions couples; une tige noyée dans le béton est tirée ou pressée, sans flexion propre ni torsion, parce qu'elle n'est pas libre et n'a qu'une faible raideur.

» Troisième loi. — *Faiblesse des efforts dynamiques dans le béton armé.* — Dans des conditions données de portée, de choc et de rythme, l'effet dynamique sera, sur un pont en acier, 20 pour 100 de l'effet statique, et 5 pour 100 seulement sur un pont en béton armé; cela tient à la masse plus grande du second dans le rayon d'action du choc.

» Quatrième loi. — *Résistance du béton beaucoup moindre à la tension qu'au cisaillement.* — Même sous de faibles charges, le béton armé se crible de fissures orthogonales aux lignes de plus grande tension, à cause du peu d'adhérence *normale* du mortier à la pierre. D'après mes expériences de 1885, un joint de moellons résiste rarement à 1^{kg} de tension par centimètre carré; des mesures récentes de M. Breuillé montrent que l'adhérence normale du mortier au métal est tout aussi insignifiante. Au contraire (expériences de M. de Joly et de M. Mesnager), la résistance du béton au glissement est presque invincible comme son adhérence tangentielle au fer. *Les formules escomptant la tension du béton sont donc à rejeter, et celles qui traitent le béton armé en solide élastique ne peuvent convenir qu'à des ouvrages que leur forme spéciale garantirait contre toute tension.* La déformation étant discontinue, *les raisons données par Clebsch à l'appui de la vérité approximative du postulat de Navier ne s'appliquent pas au béton armé.*

» De même, *aucune pièce fléchie n'est parfaitement stable si elle ne possède, outre l'armature principale, formée de tiges longitudinales, une armature secondaire* de tiges parallèles aux charges pour résister aux tensions

qui se produisent suivant cette direction dans la zone de compression longitudinale. L'expérience directe me l'a confirmé, *sauf pour les plaques minces sans nervures*, cas extrême où les barres principales résistent transversalement par leur raideur propre et l'adhérence tangentielle du béton. Pour plusieurs savants, la résistance du béton armé à la flexion, surtout dans le cas général où il y a un effort tranchant, est un paradoxe non éclairci. Ils ont raison si, comme on l'a fait jusqu'ici, on prétend l'expliquer complètement sans l'armature secondaire. La fissilité de la zone tendue explique enfin trois autres lois aperçues par les constructeurs, énoncées et expliquées diversement par les théoriciens, et que la mesure des déformations me permet de préciser ainsi :

» Cinquième loi. — *Toute charge non encore atteinte produit une déformation permanente.* — Effet de l'allongement et de la multiplication des fissures (fait contrôlé directement).

» Sixième loi. — *La déformation est élastique sous les charges déjà atteintes.* — Fissuration stationnaire, déformation par simple réouverture des fissures.

» Septième loi. — *La flèche élastique croît plus rapidement que la charge.* — La fissuration progressant, la section résistante diminue. Cette chute du module d'élasticité *apparent* n'implique nulle variation du module réel.

» De ces lois de déformation résultent les règles de construction ci-après.

» 1° *Pas d'assemblage de fer à fer.* — Grâce au *non-glissement* du béton, deux tiges qui se croisent sont assemblées par le béton seul; de même deux tiges qui se suivent, pourvu qu'on leur *juxtapose* un couvre-joint; enfin deux massifs contigus sont rendus solidaires par le simple prolongement des fers de l'un dans le béton de l'autre.

» 2° *Pour les parties courantes, pas de variation de section dans une même pièce, ni entre pièces homologues.* — Car la solidarité égalise leurs réactions. La constitution du béton armé est donc essentiellement *démocratique*.

» 3° *Nécessité d'un, deux, ou trois cours d'armatures tendues normales entre elles*, selon le sens des actions moléculaires principales avant fissuration. Il faut, en effet, que toute fissure pouvant se produire soit *cousue* de fer. En chaque point du massif passent théoriquement une armature principale et, s'il y a lieu, une ou deux armatures secondaires, normales à la première et entre elles.

» 4° *Faculté d'une, deux ou trois armatures pressées*, selon le sens des actions moléculaires principales. L'emploi de ces armatures peut être avantageux, surtout dans les grands ouvrages; mais elles ne sont pas indispensables, comme les armatures tendues, à la constitution du béton armé.

» 5° *Nulle part plus de trois armatures en tout,* chacune des trois pouvant être tendue ou pressée.

» 6° *Dans toute armature, chaque tige doit travailler partout suivant sa propre direction et n'exercer sur le béton qu'une réaction tangentielle.* — Car c'est de cette façon que la résistance du béton et celle du métal sont le mieux utilisées.

» En résumé, le béton armé se déforme selon des lois plus précises et plus simples qu'on ne l'a cru, facilement expliquées par les propriétés de ses matériaux. De ces lois résultent des principes de calcul et des règles d'emploi d'un caractère scientifique très net.

» J'ajoute que ces principes et ces règles concordent avec la pratique des meilleurs constructeurs.

» Ainsi me paraît assuré l'avenir d'un système de construction encore discuté à cause de sa complexité, mais qui tire ses avantages de cette complexité même, puisque comprenant, en quelque sorte, comme cas particuliers, la charpente métallique et la maçonnerie, il réunit leurs mérites et surpasse ainsi l'une et l'autre en souplesse et en puissance. »

OPTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode pour la mesure optique des épaisseurs.* Note de M. J. Macé de Lépinay.

« La méthode de mesure optique des épaisseurs, que j'ai imaginée en 1887 et appliquée, depuis, en particulier, à la vérification du kilogramme (¹), fondée sur l'observation des franges de Talbot, présente l'inconvénient de nécessiter la connaissance d'une donnée auxiliaire, l'indice de réfraction de la lame étudiée. Or, dès que l'épaisseur à mesurer dépasse 2^{cm} ou 3^{cm}, c'est cette opération auxiliaire qui seule se trouve limiter à $\frac{1}{600000}$ environ la précision qu'il est possible d'atteindre. Il est toujours à craindre, en outre, malgré la précaution que l'on prend de déterminer cet indice sur un prisme tiré du même morceau que la lame, que l'indice ainsi mesuré et celui de la lame ne soient pas absolument identiques (²).

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.,* 6ᵉ série, t. X, 1887; 7ᵉ série, t. V, 1895, et t. XI, 1897.

(²) Il est très vraisemblable que, dans le cas de mes expériences relatives au kilogramme, cette dernière crainte n'était pas justifiée. En effet, le quartz qui constituait

» Désirant reprendre l'étude du kilogramme, j'ai tenu à faire disparaître tout d'abord cette double cause d'erreur. On peut y parvenir en combinant l'observation de franges des lames mixtes avec celle de franges des lames parallèles, en ayant soin, pour tenir compte tout à la fois des variations possibles d'épaisseur et d'indice, de faire porter les deux séries de mesures sur la même région de la lame. Si, en effet, $p = x + a$ et $P = X + A$ sont les deux ordres d'interférence correspondants pour la radiation de longueur d'onde λ, x ou X en étant les parties entières, a ou A les parties fractionnaires, e l'épaisseur de la lame, dont l'indice par rapport à l'air est n dans les conditions de l'expérience, on a

$$(n - 1)e = p\lambda = (x + a)\lambda, \qquad 2ne = P\lambda = (X + A)\lambda,$$

d'où l'on tire

$$2e = (P - 2p)\lambda = (X - 2x + A - 2a)\lambda = (y + b)\lambda,$$

où y est un nombre entier et b un nombre fractionnaire qui se déduit de A et a, *sans qu'il soit nécessaire de connaître les nombres entiers* X *ou* x.

» L'ordre d'interférence $y + b$ étant le même que celui que donnerait, dans les mêmes conditions de température et de pression, une lame d'air, limitée par deux surfaces réfléchissantes, distantes de e, on voit qu'il est possible de déduire d'observations ainsi conduites l'épaisseur e de la lame, indépendamment de la connaissance de son indice, à la seule condition de pouvoir, par les méthodes devenues classiques [1], déterminer sans ambiguïté la partie entière, y, de cet ordre d'interférence.

» Remarquons, en outre, que si l'on part, pour l'indice, de données primitives suffisamment approchées, en appliquant, au besoin, pour les corriger progressivement, les méthodes générales connues [2], l'une ou l'autre des deux premières équations permettra de calculer une valeur de

---

le cube de $0^m,04$ de côté qui a été employé présente des garanties particulières d'homogénéité; cette homogénéité, du moins dans toute la masse du cube, se trouve établie par l'identité complète des courbes d'égale épaisseur obtenues, d'une part par la méthode des franges de Talbot et, de l'autre, par la méthode interférentielle directe, indépendante de l'indice, que j'ai appliquée à l'étude du même cube, en collaboration de MM. Perot et Fabry (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1899, p. 1317).

(1) Voir J. Macé de Lépinay, *Franges d'interférences et leurs applications métrologiques* (Collection *Scientia*, 2e Partie, Chap. III).

(2) *Loc. cit.*, 3e Partie, Chap. V.

l'indice qui pourra être beaucoup plus exacte que celle qu'il est possible de déduire de mesures goniométriques.

» Cette méthode de mesure des épaisseurs me semble présenter sur les autres méthodes interférentielles récentes plusieurs avantages : elle est plus directe, en ce qu'elle ne fait pas intervenir d'autres surfaces réfléchissantes que celles qui limitent la lame étudiée; elle se prête à des mesures exactes, alors même que cette lame serait un peu imparfaite, tant au point de vue de l'homogénéité que du parallélisme des surfaces, à la condition de limiter convenablement l'étendue de la région utilisée.

» L'observation, tout aussi bien de franges des lames mixtes que de franges des lames parallèles, semble pouvoir se faire indifféremment en lumière homogène ou en lumière blanche (spectres cannelés). L'emploi de radiations homogènes s'impose, en réalité, parce que les cannelures d'un spectre, qui sont environ six fois plus resserrées dans le cas de franges des lames parallèles que dans celui de franges des lames mixtes, deviendraient rapidement inobservables dans le premier cas, même en faisant usage d'un réseau de Rowland de 7^m de rayon.

» Tels sont les principes sur lesquels repose la méthode que j'ai cherché à réaliser avec la collaboration de M. H. Buisson. La description de la disposition adoptée, du mode d'observation et des résultats des premiers essais fera l'objet d'une Communication ultérieure. »

PHYSIQUE. — *Sur l'absorption de la radioactivité par les liquides.* Note de M. Th. Tommasina.

» Poursuivant des recherches sur la nature de la modification électrique produite par la radioactivité, après avoir reconnu la rapidité de l'apparition et de la disparition du phénomène dans l'air et qu'il arrive presque immédiatement à son maximum d'intensité, j'ai constaté que la conductibilité des diélectriques liquides et solides semble augmenter également sous l'action de la radioactivité (¹).

» La Note récente de M. P. Curie (²) me dispense de citer mes expériences, d'ailleurs purement qualitatives, faites sur le même sujet; ainsi, je

(¹) Compte rendu de la séance du 9 janvier 1902 de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève (*Archives des Sciences physiques et naturelles*, mars 1902).

(²) *Comptes rendus* de la séance du 17 février 1902, t. CXXXIV, p. 420.

ne décrirai que le dispositif que j'ai utilisé pour étudier l'absorption de la radioactivité par plusieurs liquides.

» Le diamètre des plateaux de l'électroscope Curie est de 8^{cm} et la distance qui les sépare de 3^{cm}; j'ai choisi un cristallisoir plus large de 3^{cm} et plus haut de 1^{cm}; j'ai placé à l'intérieur un tube en verre contenant le mélange radioactif de chlorures de radium et de baryum et tracé sur la paroi du cristallisoir le niveau supérieur du tube couché, puis j'ai divisé le reste de la hauteur de la paroi en demi-centimètres.

» Le cristallisoir vide et séché à la flamme est placé sur le disque ou plateau inférieur non isolé de l'électroscope; le plateau supérieur isolé pénètre dans le cristallisoir, séparé de ce dernier par un espace d'air de $1^{cm},5$ tout autour et de presque 3^{cm} au-dessus du fond. Comme dans la boîte vitrée renfermant la feuille mobile, il y a un trou qui donne passage libre, avec un jeu de 1^{mm}, à la tige métallique qui soutient le plateau supérieur, je l'ai bouché avec de la paraffine pour empêcher l'entrée des vapeurs émises par les différents liquides.

» On électrise l'appareil et l'on fait une première série de lectures (colonne I de la Table).

» Une fois des résultats bien concordants obtenus, on place dans le récipient le tube radioactif couché suivant un diamètre normal ou parallèle à l'appareil; la deuxième série de lectures (colonne II) que l'on fait donne l'accroissement de la conductibilité de l'air dû au rayonnement du tube.

» On éloigne de nouveau le tube de plus de 6^{m}, on verse dans le cristallisoir une couche du liquide à étudier jusqu'au niveau du premier trait, et l'on fait alors la troisième série de lectures (colonne III), laquelle donne la modification de la dispersion électrique produite par la seule action des vapeurs qu'émet le liquide. Dans les conditions de l'expérience, cette modification étant presque imperceptible, la colonne III démontre la disparition immédiate de l'action de la radioactivité dès que le tube a été éloigné à la distance indiquée.

» Le tube radiant étant replacé dans la même position, dans le liquide du cristallisoir qui l'affleure, le résultat de la quatrième série (colonne IV) donne la diminution de l'effet dû à l'absorption latérale par le liquide. Comme on le voit, cette diminution est presque de $\frac{1}{3}$ par rapport aux chiffres de la colonne II.

Les cinquième, sixième et septième séries (colonnes V, VI et VII) sont obtenues en ajoutant successivement chaque fois une couche de liquide de $0^{cm},5$ d'épaisseur sur le tube; les chiffres de ces colonnes indiquent la marche de l'amortissement de la radioactivité dans les différents liquides.

» On fait enfin une dernière série de lectures (colonne VIII) en sortant et en éloignant de nouveau le tube. Les résultats de cette huitième série montrent que, dans tous les liquides, l'effet d'une action même prolongée de ces rayons disparaît immédiatement.

» Refaisant les séries en sens inverse, sortant chaque fois la quantité nécessaire de liquide au moyen d'une pipette, on obtient sensiblement les mêmes moyennes.

» Il a été reconnu que l'influence des parois du cristallisoir est négligeable par l'expérience suivante :

» On a suspendu à un fil de soie, au-dessus du centre d'un large récipient en verre

(50^{cm} de diamètre) dont le bord n'avait que 10^{cm} de haut, un disque métallique horizontal de même dimension que ceux de l'électroscope et on l'a mis en communication avec ce dernier.

» Des couches de liquide de 0^{cm},5 d'épaisseur étaient ajoutées successivement au-dessus du tube radiant placé au centre de la cuve. Les chiffres obtenus donnent les mêmes courbes d'absorption, déduction faite des irrégularités dues aux imperfections du dispositif.

	Cuve vide,		Couche de liquide,		Couche de liquide sur le tube,			Liquide
	sans tube. I.	avec tube. II.	sans tube. III.	avec tube. IV.	de 0^{cm},5. V.	de 1^{cm}. VI.	de 1^{cm},5. VII.	sans tube. VIII.
Sulfure de carbone	4	64,5	3,5	46,0	23.3	18,0	13,0	3
Toluol	0,5	62,0	0,5	41,5	23,2	16,6	13,1	0,2
Benzène	1	61,8	1	40,9	21,9	15,0	12,0	1
Essence de térébenthine	0,5	61,9	0,5	39,5	22,7	18,0	15,0	0,5
Alcool	1	61,9	1	38,5	23,0	16,9	13,6	1
Huile de vaseline	4	58,9	3	40,5	22,5	19,4	15,5	3
Pétrole	1,5	60,5	1,5	38,0	21,9	17,1	14,0	1,5
Eau distillée	1	61,5	1	39,3	21,0	17,5	14,9	1
Eau du Rhône	1	61,0	1	38,1	20,5	17,3	14,0	1
Ammoniaque	2,5	61,0	2	37,0	20,1	16,4	12,0	2
Sol. conc. bicarb. de soude	1	57,5	0,5	37,0	20,3	17,6	14,0	0,5
Sol. 10 % acide sulfurique	0,5	56,5	0,5	37,5	20,7	17,6	15,0	0,5
Sol. 2 % sulfate de cuivre	1	58,0	1	37,0	21,0	17,3	14,8	1
Acide acétique	0,5	60,1	0,5	36,5	20,1	16,5	13,6	0,5
Acétate de plomb	1,5	60,3	1	36,2	19,9	17,1	13,5	1
Acétate d'amyle	1,5	61,7	1	38,1	19,0	16,5	13,1	0,5
Glycérine	3	59,1	2	37,1	19,5	16,4	13,0	2

» Les chiffres de cette Table, bien que n'ayant qu'une valeur approximative, étant donnée la nature simplement démonstrative du dispositif adopté, mettent pourtant en évidence la nature spéciale du phénomène; je me propose d'en poursuivre l'étude de manière à avoir les courbes, pour chaque liquide, jusqu'à l'amortissement complet de l'action du rayonnement. »

CHIMIE. — *Sur la formation d'images négatives par l'action de certaines vapeurs.* Note de M. **P. Vignon**, présentée par M. Yves Delage. (Extrait) [1].

« On sait, par les travaux de M. Colson publiés en 1896 dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences, que le zinc fraîchement

[1] Travail exécuté en collaboration avec M. le commandant Colson.

décapé émet, à la température ordinaire, des vapeurs capables de voiler les plaques photographiques dans l'obscurité. On savait, par les recherches de Russell, que les stries d'une lame de zinc se reproduisaient sur la plaque photographique. Mais de là à réaliser l'image d'un objet en relief il y avait loin. Nous avons réussi à obtenir des images soit avec des médailles saupoudrées de zinc, soit avec des bas-reliefs ou des objets en ronde bosse, en plâtre, et frottés de poudre de zinc. Ces images sont des négatifs, non pas par l'interversion des clairs et des ombres, puisqu'on opère dans l'obscurité, mais par le fait que les reliefs donnent des impressions plus énergiques que les creux. Pour les interpréter il faut donc les intervertir photographiquement : on obtient alors des images positives dans lesquelles l'échelle des reliefs est scrupuleusement respectée, ce qui est loin d'être le cas pour les photographies normales des mêmes objets effectuées avec un éclairage de face. Bien entendu, sur ces images faites à distance, on ne peut espérer restituer les détails les plus minutieux; la précision du rendu des détails sera d'autant moindre que la distance s'accroîtra. La netteté de l'image dépend de la rapidité avec laquelle l'action diminue lorsque l'écart s'accroît entre la surface émissive et l'écran récepteur.

» En effet, d'un point de la surface active abaissons une perpendiculaire sur la plaque réceptrice : le pied de cette perpendiculaire constitue le centre d'un cercle plus énergiquement impressionné dans sa région moyenne que sur ses bords; la netteté de l'image sera d'autant plus grande que la surface du cercle impressionné sera plus faible, et cette surface est fonction inverse de la rapidité avec laquelle les actions décroissent quand la distance augmente. C'est ainsi que les images équivalent à peu près à celles qu'on réaliserait si les actions ne se produisaient que selon les projections orthogonales des différents points de la surface active.

» Chose curieuse, les images, une fois ramenées au positif, donneront fréquemment l'impression d'un éclairage venu d'en haut. Ce sera le cas toutes les fois qu'un plan, tel que celui du front, se présentera de face et constituera en même temps un relief énergique, tandis qu'un plan voisin fuira rapidement, ainsi que le fait la région qui relie l'arcade sourcilière au globe de l'œil : en même temps que ce dernier plan fuira, il paraîtra s'enfoncer dans une ombre épaisse.

» Le caractère vraiment spécifique des images négatives qui proviennent des actions à distance réside dans le fondu des contours. La limite de la partie visible résulte, pour l'œil, du reploiement de la surface. Si ce reploiement a lieu à une faible distance du plan récepteur, le contour est encore marqué, quoique vaguement; mais, si ce reploiement ne se produit qu'à une distance supérieure à celle à laquelle les vapeurs agissent, il n'en est tenu aucun compte dans l'image, qui s'atténue progressivement sur ses bords, jusqu'à arriver insensiblement à la disparition complète.

» Pratiquement, malgré le flou des détails et le fondu des contours, les images par vapeur sont bien loin de constituer de simples voiles; si l'objet présente de forts reliefs, l'image est énergique et accentuée : il semble simplement qu'on voie l'objet derrière une gaze transparente, ou encore que cet objet émerge à demi d'un brouillard.

» Nous avons aussi réalisé des images négatives en faisant agir des vapeurs ammoniacales sur des linges imprégnés d'une mixture obtenue en incorporant de la poudre d'aloès à l'huile d'olive : on sait que l'aloès contient un principe qui brunit en s'oxydant sous l'influence des alcalis, en atmosphère humide. Les vapeurs ammoniacales peuvent provenir d'une solution de carbonate d'ammoniaque mouillant, par exemple, une main de plâtre gantée de peau de Suède. On obtient alors une sorte d'*empreinte* de la main, empreinte modelée négativement, dégradée sur ses bords, déformée *par défaut* dans les points où la main aura été trop écartée du linge, *par excès* dans les régions où le linge aura enveloppé la main. La fermentation de l'urée, fermentation qu'on provoque facilement en l'additionnant d'un peu d'urine, provoque la formation du carbonate d'ammoniaque et détermine un brunissement de l'aloès. La fermentation d'une sueur fébrile, riche en urée, conduirait au même résultat, ainsi qu'il est classique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un cas de rupture moléculaire par le brome.* Note de M. R. Fosse, présentée par M. A. Haller.

« Nous nous étions proposé d'obtenir, par l'action du brome sur le naphtyloldinaphtoxanthène

$$OH - C^{10}H^6 - CH \left\langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \right\rangle O,$$

l'éther bromhydrique du naphtyloldinaphtoxanthydrol formé d'après

$$OH - C^{10}H^6 - CH \left\langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \right\rangle O + Br^2$$
$$= OH - C^{10}H^6 - \underset{\substack{| \\ Br}}{C} \left\langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \right\rangle O + HBr.$$

» Nous avons été surpris de reconnaître que le naphtyloldinaphtoxan-

thène, en présence du brome, ne donne pas d'acide bromhydrique, mais fixe l'halogène comme le ferait un corps non saturé.

» En étudiant le produit de la bromuration, nous avons reconnu que, sous l'influence du brome, la molécule trinaphtylméthanique s'était rompue en deux molécules bromées, formées suivant l'équation

$$\underset{(2)}{OH} - C^{10}H^{6} - CH\begin{matrix} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{matrix}\!\!>O + Br^{2}$$

$$= \underset{(2)}{OH} - C^{10}H^{6} - \underset{(1)}{Br} + CH\!\!<\!\!\begin{matrix} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{matrix}\!\!>O - Br.$$

» L'expérience a été faite en ajoutant $\frac{1}{10}$ de molécule de brome à $\frac{1}{10}$ de molécule de naphtyloldinaphtoxanthène en solution soit dans du bromoforme, soit dans de l'éther acétique à la température du bain-marie et au réfrigérant à reflux. Dès l'addition du brome, il se forme une coloration rouge sang et un dépôt rouge vif; si les dissolvants employés sont purs et exempts d'alcool, on ne voit pas, pendant toute la durée de la réaction, se dégager d'acide bromhydrique. On distille au bain-marie l'éther acétique ou dans le vide, dans le cas du bromoforme, et l'on obtient un résidu mou, rouge vif, qui, traité par les dissolvants, se sépare en deux substances. Les acides chlorhydrique ou bromhydrique chauds séparent une matière huileuse qui vient surnager et dissolvent une autre substance qui, par refroidissement, cristallise en aiguilles rouge doré, identiques à l'hypobromite de dinaphtoxanthoxonium précédemment décrit par nous et obtenu notamment par l'action du brome sur le dinaphtoxanthène. Ces aiguilles, dissoutes dans l'acide acétique chaud, cristallisent par refroidissement en prismes rouges à reflets verts possédant le même point de fusion (218°-220° au bloc Maquenne) et la même réaction sur l'alcool que l'hypobromite de dinaphtoxanthoxonium.

» En effet, ce corps rouge fuchsine, traité par l'alcool bouillant, se décolore en fournissant de l'acide bromhydrique, de l'aldéhyde éthylique et se transforme en dinaphtoxanthène

$$CH\!\!<\!\!\begin{matrix} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{matrix}\!\!>O - Br + C^{2}H^{6}O = HBr + C^{2}H^{4}O + CH^{2}\!\!<\!\!\begin{matrix} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{matrix}\!\!>O.$$

» Le dinaphtoxanthène a été caractérisé par sa forme cristalline, son point de fusion 201° et son picrate fondant vers 173° en tube étroit.

» La matière huileuse a été entraînée par la vapeur d'eau; par refroidissement il s'est formé des flocons volumineux qui, vus au microscope, sont formés de très longues aiguilles ténues; ce corps possède l'odeur, la forme cristalline et le point de fusion du bromo-1-naphtylol-2,

$$\underset{(1)}{Br} - C^{10}H^{6} - \underset{(2)}{OH}.$$

» Si l'on compare les deux équations suivantes : celle de la formation du naphtyloldinaphtoxanthène par l'aldéhyde oxynaphtoïque et le naphtol β

et celle de sa dégradation moléculaire par le brome,

$$OH-C^{10}H^6-CHO+2C^{10}H^7OH = OH-C^{10}H^6-CH\Big\langle{C^{10}H^6 \atop C^{10}H^6}\Big\rangle O+2H^2O,$$

$$OH - C^{10}H^6 - CH\Big\langle{C^{10}H^6 \atop C^{10}H^6}\Big\rangle O + Br^2$$

$$= \underset{(2)}{OH} - C^{10}H^6 - \underset{(1)}{Br} + CH\Big\langle{C^{10}H^6 \over C^{10}H^6}\Big\rangle O - Br,$$

on voit que, par l'action successive de l'aldéhyde oxynaphtoïque sur le napthol β et par celle du brome sur le corps résultant, on est parvenu à substituer un atome de brome au groupement fonctionnel aldéhydique. Cette réaction nouvelle de remplacement d'un groupe (CHO) par un atome d'halogène vérifie encore la formule de constitution de l'aldéhyde oxynaphtoïque. Le bromonaphtol obtenu étant le bromo-1-naphtylol-2, l'aldéhyde oxynaphtoïque est bien le méthanal-1-naphtylol-2. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de la dialdéhyde fumarique.* Note de M. R. MARQUIS, présentée par M. Moissan.

« L'acétine de l'aldéhyde nitrosuccinique, décrite dans une Note précédente (¹), est décomposée par l'eau chaude, vers 80°, en acide acétique, acide azoteux et en un produit de nature aldéhydique qui reste dissous dans l'eau.

» J'ai préparé quelques dérivés de ce produit, en particulier sa phénylhydrazone, son oxime et le dérivé benzoylé de celle-ci, qui m'ont permis de le caractériser comme une dialdéhyde.

» La *phénylhydrazone* s'obtient très simplement en ajoutant de la phénylhydrazine, non en excès, à la solution aqueuse de l'aldéhyde; elle se précipite en flocons jaunes qu'on purifie par cristallisation dans l'alcool ou dans le benzène bouillants. Cette hydrazone cristallise de l'alcool en belles paillettes dorées fondant à 236°-237° en se décomposant, fort peu solubles dans les dissolvants usuels. Elle est peu stable et se décompose en partie par une ébullition prolongée de ses solutions; cette circonstance ne m'a pas permis de déterminer son poids moléculaire. Les résultats de l'analyse concordent bien avec la formule $C^{16}H^{16}Az^4$ ou $C^4H^4(=Az-AzHC^6H^5)^2$.

» Cette hydrazone est identique à celle obtenue en traitant l'acétine de l'aldéhyde nitrosuccinique par la phénylhydrazine; il est évident que, dans ce dernier cas, la phénylhydrazine a enlevé les éléments de l'acide azoteux.

(¹) Ce Volume, p. 776.

» L'*oxime* se prépare avec beaucoup de difficultés et avec un très mauvais rendement si l'on opère sur la solution aqueuse résultant de la décomposition par l'eau de l'acétine nitrosuccinique; il est plus avantageux de partir de cette acétine elle-même, sur laquelle l'hydroxylamine agit, comme la phénylhydrazine, en enlevant AzO^2H.

» L'acétine de l'aldéhyde nitrosuccinique est additionnée d'un excès d'une solution d'hydroxylamine dans l'alcool méthylique absolu; le liquide est soumis à l'ébullition pendant 1 heure, puis l'alcool est distillé totalement, dans le vide, à 30° environ. Le résidu solide, lavé avec un peu d'éther, puis avec un peu d'eau froide, est constitué par l'oxime sensiblement pure. On peut l'obtenir complètement pure en la dissolvant dans l'acétone, traitant la solution au noir animal et l'abandonnant à l'évaporation spontanée.

» L'oxime se dépose en poudre cristalline blanche; elle ne présente pas de point de fusion, mais se décompose nettement et instantanément quand on la projette sur le bloc Maquenne chauffé à 220°. Elle est fort peu soluble dans les différents dissolvants, sauf, toutefois, la pyridine, et présente ce caractère particulier que, bien qu'elle exige pour sa dissolution un grand volume de dissolvant (d'acétone, par exemple), ses solutions doivent être fortement concentrées avant de déposer des cristaux.

» Il semble, d'après cela, que l'oxime cristallisée est un polymère qui se dissocie en solution.

» Traitée par une solution aqueuse chaude de phénylhydrazine, elle donne naissance à l'hydrazone précédente.

» Il ne m'a pas été possible de déterminer le poids moléculaire de l'oxime; les résultats de l'analyse s'accordent parfaitement avec la formule $C^4H^6Az^2O^2$ ou $C^4H^4(=AzOH)^2$.

» Le *dérivé benzoylé* de l'oxime précédente s'obtient facilement en additionnant la solution, refroidie à 0°, de 1^{mol} de celle-ci dans un excès de pyridine, de 2^{mol} de chlorure de benzoyle. On précipite par l'eau et l'on cristallise dans le benzène bouillant. Il se dépose par refroidissement des paillettes nacrées fondant à 165° en se décomposant; les eaux mères abandonnent par évaporation des cristaux d'un second produit non encore étudié.

» L'analyse de ce dérivé benzoylé conduit à la formule $C^4H^4(=AzOCOC^6H^5)^2$ que j'ai pu confirmer par la détermination du poids moléculaire, effectué par ébullioscopie en solution chloroformique (trouvé 312, théorie 322).

» En ce qui concerne la constitution des composés décrits ci-dessus, si l'on considère les résultats analytiques, le poids moléculaire et la réaction génératrice, on doit les regarder comme des dérivés de la *dialdéhyde fumarique*, celle-ci ayant pris naissance, à partir de l'acétine de l'aldéhyde nitrosuccinique, d'après l'équation suivante :

$$\begin{matrix} AzO^2-CH-CHO \\ | \\ CH=CHOCOCH^3 \end{matrix} + H^2O = CH^3CO^2H + AzO^2H + \begin{matrix} CH-CHO \\ \| \\ CH\quad CHO \end{matrix}.$$

» Je suis occupé à fournir la preuve directe de cette constitution, par l'obtention d'un composé connu.

» Tous les essais que j'ai tentés pour isoler la dialdéhyde de sa solution

aqueuse sont restés vains. Elle paraît être fort soluble dans l'eau et distillable avec elle; ses solutions se décomposent peu à peu par des distillations répétées.

» L'oxydation, essayée de bien des manières, n'a donné aucun résultat, la molécule étant complètement détruite; l'oxyde d'argent en solution alcaline a donné, cependant, une faible trace d'un acide, dont le point de fusion s'est trouvé voisin de celui de l'acide malique; j'en ai eu trop peu pour pouvoir l'identifier.

» J'ajouterai, en terminant, que l'oxydation de l'acétine nitrosuccinique, essayée aussi de diverses façons, n'a donné lieu qu'à une destruction totale de la molécule. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation du pain tendre en pain rassis.* Note de M. L. **Lindet**, présentée par M. Duclaux.

« A partir du moment ou il sort du four, le pain subit une série de transformations successives qui l'amènent à l'état de pain rassis. Son arome se modifie, il devient quelquefois plus acide, sa croûte cesse d'être cassante, prend de la ténacité et de la souplesse; sa mie, qui était grasse, collante, élastique, se désagrège et s'émiette.

» M. Boutroux ([1]) a annoncé le premier qu'il se fait, pendant le refroidissement, un échange d'eau de la mie vers la croûte. On peut aisément expliquer la mollesse de celle-ci par l'absorption d'eau qu'elle subit; mais la transformation de la mie, devenue facile à émietter, ne peut résulter d'un changement d'hydratation qui est toujours très faible, ainsi que l'ont constaté Boussingault ([2]) et M. Balland ([3]).

» M. Boutroux ([4]) a donné à l'amylodextrine un rôle prépondérant dans les phénomènes qui provoquent la désagrégation de la mie; pour lui, sous l'influence des diastases du grain et de la chaleur du four, il se forme de l'amylodextrine ou amidon soluble, en solution sursaturée. Au moment du refroidissement, celle-ci se dépose sous forme insoluble. Les chiffres que j'ai obtenus vérifient pleinement les observations de M. Boutroux; mais ce

([1]) Boutroux, *Le pain et la panification*, p. 252.

([2]) Boussingault, *Agronomie, Chimie agricole, Physiologie*, t. V, p. 416.

([3]) Balland, *Revue de l'Intendance*, septembre-octobre 1892.

([4]) Boutroux, *loc. cit.*, p. 259.

phénomène n'est pas isolé et la rétrogradation de l'amylodextrine n'est qu'une partie du travail intérieur auquel le pain est soumis.

» A côté de l'amylodextrine, il y a lieu de considérer en effet l'empois, insoluble dans l'eau; celui-ci se présente dans des états de gélatinisation plus ou moins avancés. Quand on cherche en effet à doser l'amidon par la pepsine chlorhydrique ($1^{cm^3},5$ HCl pour 100) ([1]), on constate qu'une partie de l'empois, la plus gélatinisée, se dissout dans cet acide faible, en sorte que la quantité d'amidon non dissous par rapport à l'amidon total peut mesurer le degré de gélatinisation de l'empois.

» En outre, il convient de considérer que le grain d'amidon mis en empois absorbe, en présence d'un excès de liquide, une quantité d'eau qui est en rapport avec son degré d'éclatement et de perméabilité.

» Pour connaître ce facteur, j'ai imaginé de recueillir dans une éprouvette graduée, avant de le saccharifier, l'amidon, isolé par la pepsine; de mesurer le volume du dépôt, au bout d'un temps déterminé (24 heures). Le dosage par saccharification permet alors de calculer le volume occupé par 1^{gr} d'amidon; ce volume doit être divisé par celui qu'occupe 1^{gr} d'amidon cru, pris dans les mêmes conditions. Le chiffre ainsi obtenu, que j'appellerai *coefficient d'absorption*, représente ce que le grain d'empois peut absorber d'eau.

» J'ai suivi par l'analyse les transformations qui ont lieu pendant le temps que met le pain à prendre les caractères du pain rassis. Les chiffres sont consignés dans le Tableau ci-dessous :

			Eau.	Dextrines pour 100 du pain sec.	Amidon insoluble dans HCl faible, pour 100 de l'amidon total.	Coefficient d'absorption d'eau.
Croûte...		1 heure après sortie du four.	11,4	17,0	101,4	4,6
		8 heures » »	15,9	17,2	97,5	4,6
		24 » » »	19,3	17,6	100,4	4,5
		48 » » »	19,9	non dosées	98,5	4,1
Mie.	I.	1 » » »	46,1	11,1	77,4	6,7
		5 » » »	45,6	non dosées	non dosé	5,8
		8 » » »	45,4	7,3	91,0	4,4
		24 » » »	45,3	2,3	91,8	3,2
		48 » » »	44,9	2,0	92,6	3,5
	II.	8 » » »	44,9	6,9	86,7	3,9
		36 » » »	44,5	3,6	89,2	2,8
		60 » » »	42,8	3,1	89,5	2,8
	III.	8 » » »	45,0	5,4	89,1	4,2
		100 » » »	41,3	2,4	89,2	2,9

([1]) LINDET, *Soc. chim.*, 1896, p. 1163 et 1901, p. 1055.

» Les résultats obtenus diffèrent nettement suivant que l'on considère la croûte ou la mie. La composition de la croûte, si on laisse de côté son hydratation, reste invariable. La quantité de dextrines est plus considérable que dans la mie; mais aucune portion de ces dextrines ne rétrograde. L'amidon est éclaté; il est capable d'absorber quatre fois au moins son volume d'eau, aussi bien au sortir du four que 48 heures après, mais il n'est pas muqueux; il ne se dissout pas partiellement dans l'acide faible, puisque l'amidon recueilli représente la totalité de l'amidon existant.

» C'est la mie au contraire qui est le siège de toutes les transformations. Le poids des dextrines solubles atteint plus de 10 pour 100 du pain sec, au moment où le pain sort du four. Ce poids diminue progressivement avec le repos jusqu'à ce qu'il ne représente plus que 2 pour 100. Il est évident que le produit qui rétrograde ainsi est de l'amylodextrine, la dextrine proprement dite ne pouvant s'insolubiliser dans ces conditions. L'amidon que l'acide faible dissolvait, au début, dans les proportions de 20 à 25 pour 100, cesse rapidement de s'y dissoudre en prenant un état moins muqueux. Enfin, on voit le grain d'amidon empesé, susceptible d'absorber une quantité d'eau de plus en plus faible. Il en retient plus de six fois son volume, quand le pain est chaud; quand il devient rassis, il en absorbe deux fois moins; l'amidon s'est donc contracté et raccorni avec le temps, puisqu'il est devenu moins perméable.

» De ces considérations on peut déduire que la tendance de la mie à l'émiettement résulte de ce que, au moment de la cuisson, les folioles des grains d'amidon éclaté s'enchevêtrent et forment une masse dont l'onctuosité et la ténacité disparaissent, dès que l'amylodextrine a rétrogradé, que l'empois est devenu moins muqueux, que le grain s'est raccorni, et que la masse contractée présente des fissures, des solutions de continuité. L'action, rapide au moment du refroidissement, se continue plus lentement, devient presque nulle après 24 heures. Quand, en réchauffant le pain rassis, on lui fait reprendre l'aspect du pain tendre, c'est que, comme l'a dit M. Boutroux, on reforme de l'amidon soluble; en outre on redonne à l'empois l'ampleur de développement qu'il avait perdu.

» D'autres que moi sauront tirer de ces renseignements des conséquences intéressant l'alimentation. Sans entrer dans le domaine de la Physiologie, je ferai remarquer que l'amidon, dans la mie, n'est hydraté que de son volume d'eau et qu'en cet état il peut être digéré. Quand la mie est tendre, l'amidon y est en partie soluble, en tout cas dans un état muqueux favorable à l'assimilation; mais, sous peine de la sentir gonfler dans l'estomac, celui qui la consomme doit boire peu. Les grands mangeurs de pain, qui boivent largement à leurs repas, les campagnards, s'adressent en général au pain rassis, qui absorbe moins d'eau. La croûte renferme plus de dextrines solubles que la mie; son coefficient d'absorption est assez élevé, et il est constant. Pour un même coefficient, elle gonfle plus que la mie, puisqu'en l'état où on la consomme elle est moins hydratée. »

ZOOLOGIE. — *Sur les* Fecampia *Giard, Turbellariés endoparasites.* Note de MM. M. CAULLERY et F. MESNIL, présentée par M. Alfred Giard.

« M. Giard a découvert à Fécamp (Seine-Inférieure) et décrit (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 499; 1886) sous le nom de *Fecampia erythrocephala* un curieux Rhabdocèle marin, à corps cylindrique et à section circulaire, qui, pendant toute la période de croissance, est parasite interne de Crustacés décapodes (*Carcinus mœnas, Platycarcinus pagurus, Pagurus bernhardus*); lors de sa reproduction, il sort de l'hôte, se meut pendant un certain temps à la façon d'un Némertien, puis s'enveloppe, pour pondre, dans un cocon blanc, en forme de larme batavique, fixé à une pierre ou une algue. Nous avons réobservé les cocons de *Fecampia erythrocephala*, il y a quelques années, à Saint-Vaast-la-Hougue et dans l'anse Saint-Martin, près du cap de la Hague. En ce dernier point, en septembre 1901, nous avons non seulement retrouvé la forme parasite dans les petits *Carcinus mœnas*, mais nous avons découvert, dans le thorax d'*Idotea neglecta* G. O. Sars, une nouvelle espèce, à extrémité antérieure jaune orangé et qui, soit à l'état de ver, soit à l'état de cocon, a des dimensions ne dépassant jamais la moitié de celles de l'espèce de Giard; nous l'appelons *F. xanthocephala*.

» Ces deux espèces sont très voisines à tous égards, et tout ce que nous allons dire touchant l'anatomie, l'embryogénie et les particularités du cycle évolutif s'appliquera à l'une aussi bien qu'à l'autre.

» ANATOMIE DES FORMES ENDOPARASITES. — L'étude des matériaux fixés et coupés fournit les résultats suivants, qui complètent et précisent ceux de M. Giard. L'ectoderme cilié est formé par une couche de cellules aplaties. Au-dessous, on remarque un treillage de muscles longitudinaux et annulaires très peu développés. Au-dessous, une masse compacte de mésenchyme. Sur des individus jeunes, il est formé par des cellules paraissant toutes semblables, serrées les unes contre les autres, à noyau et nucléole bien nets, disposées sur plusieurs rangées. Plus tard, ce mésenchyme se différencie en deux régions concentriques : l'externe comprend des cellules glandulaires très élevées, remplies de granules blanchâtres, insolubles dans l'alcool, le xylène, etc. (ce sont elles qui sécréteront le cocon); l'interne est formée de cellules assez volumineuses, bourrées de réserves prenant l'éosine; dans beaucoup d'entre elles, le noyau paraît se diviser activement, probablement en vue d'une multiplication rapide des cellules. Nous verrons plus loin que ces cellules représentent le *vitellogène*. Enfin, dans l'axe de l'individu, s'étend, tout du long, une cavité centrale close qui va en se rétrécissant au fur et à mesure du développement du mésenchyme. Sur des individus jeunes, elle est bordée par un épithélium net à grandes cellules vacuolaires; plus tard, il n'existe plus qu'à l'état rudimentaire.

» A l'extrémité antérieure, on distingue, inclus dans le mésenchyme, en avant de la cavité axiale, les ganglions cérébroïdes, d'où partent quelques minces filets nerveux. Vers l'extrémité postérieure, se trouvent les glandes génitales (*testicule* + *germigène*). Sur de jeunes individus, les cellules génitales se distinguent assez aisément du mésenchyme environnant, à leurs noyaux plus volumineux et montrant le plus souvent un abondant peloton lâche de chromatine. Ces cellules forment, de chaque côté, *deux* bandes longitudinales s'étendant sur le tiers postérieur environ. A leurs dépens se forme, de chaque côté, *une* glande hermaphrodite, où ovules et spermatozoïdes sont côte à côte, sans différenciation d'acini ni de glandes secondaires. A l'extrémité postérieure de l'animal s'ouvre, au dehors, un orifice conduisant dans une vésicule impaire d'où partent deux canaux qui aboutissent aux extrémités des glandes génitales. C'est par là que celles-ci doivent se vider au dehors.

» Si l'on compare cette organisation à celle des autres Turbellariés, même parasites, on notera une régression plus considérable que partout ailleurs : absence d'appareil digestif fonctionnel (ni bouche, ni pharynx) et d'appareil excréteur; glandes génitales et voies efférentes réduites à leur simplicité maximum. *Fecampia* est donc *le plus dégradé des Turbellariés connus.*

» Production du cocon et ponte. — Arrivé à l'état adulte, *Fecampia* sort de son hôte et sécrète son cocon, comme l'a bien décrit Giard. Le cocon est formé de couches successives qui sont bien distinctes, surtout dans le goulot (ouvert à son extrémité). Il résulte de la sécrétion des cellules glandulaires sous-ectodermiques qui se vident complètement et dont les noyaux sont ensuite en histolyse manifeste; nous avons même vu leurs débris englobés, et il doit se produire à ce moment une véritable phagocytose. L'animal, une fois le cocon achevé, a une forme ramassée, et sa cavité interne est complètement remplie de cellules à réserves qui se sont peut-être encore multipliées pendant les dernières phases. La ponte commence alors et dure un certain temps, car les embryons sont à des stades très différents les uns des autres. L'animal vidé ne forme plus qu'un débris au milieu de ses embryons.

» Embryogénie. — Le cocon renferme un certain nombre de corps entourés chacun d'une coque très mince; dans chacun d'eux, se trouve une masse moruliforme constituée par un nombre assez constant de cellules à réserves, au milieu desquelles il y a toujours *deux* petits œufs à protoplasme peu abondant. Il est probable que, lors de la ponte, il arrive simultanément un ovule de chacun des deux ovaires, et qu'ainsi se fait cette association régulière. Les ovules fécondés se segmentent et forment d'abord deux petits amas cellulaires dans la profondeur de la masse vitellogène; celle-ci se partage alors en deux moitiés correspondant aux deux embryons. Plus tard, les cellules constituant chaque embryon circonscrivent plus ou moins complètement un espace central qui va grandissant, et, enfin, les tissus embryonnaires arrivent à être périphériques. Les cellules vitellogènes sont maintenant internes et ont perdu leur individualité; elles ne forment plus qu'un vitellus interne qui est graduellement résorbé.

» Les tissus embryonnaires prolifèrent davantage à l'extrémité antérieure; les débris

de vitellus s'accumulent dans des cellules épithéliales circonscrivant une cavité interne dans la moitié postérieure et représentant l'intestin.

» En même temps, l'embryon s'est allongé et couvert de cils. Dans chaque coque, on trouve deux larves jumelles mobiles, qui finalement la brisent et sortent du cocon. Ce sont alors de petites planaires mesurant 220^{μ} environ de long sur 75^{μ} de large.

» Leur anatomie est plus compliquée que celle des stades parasites et rappelle celle des *Vortex*. On distingue antérieurement deux taches pigmentées, non loin du cerveau. Il y a alors un tube digestif droit s'ouvrant à l'extrémité antérieure, avec une ébauche de pharynx et une cavité postérieure tapissée par de grosses cellules contenant les restes du vitellus.

» En somme, cette embryogénie est, dans ses grands traits, comparable à celles qu'ont décrites Metchnikoff, Hallez, Jijima, etc., chez divers Triclades et Rhabdocèles.

» Les larves écloses doivent vivre quelque temps librement, à la recherche de l'hôte. Après la pénétration dans celui-ci, il y a en particulier régression des taches oculaires, de la bouche et du pharynx et prolifération active du mésenchyme; la cavité digestive postérieure devient la cavité axiale du parasite.

» Nous comptons publier sous peu une étude détaillée de ce type si curieusement modifié par son parasitisme dans son anatomie et dans son cycle évolutif. »

ZOOLOGIE. — *Sur un type nouveau de Rhizocéphale, parasite des* Alpheidæ. Note de M. **H. Coutière**, présentée par M. Alfred Giard.

» Les Rhizocéphales actuellement connus sont d'ordinaire solitaires sur l'hôte qu'ils infestent. Dans les exceptions à cette règle (par exemple *Peltogaster sulcatus* sur *Pagurus cuanensis*) on remarque au plus une dizaine de parasites fixés côte à côte.

» J'ai rencontré sur trois espèces du genre *Alpheus* (collections du Muséum) un type nouveau de Rhizocéphale, remarquable en ce sens que chacun des hôtes porte sous l'abdomen jusqu'à cent parasites et plus, simulant une ponte par le volume et l'aspect.

» Les trois espèces infestées sont : 1° *A. Edwardsi* Audouin (1 exemplaire ♀, Thursday Island, M. Lix, 1890), dont les pleurons abdominaux sont notablement réduits (castration parasitaire); 2° *A. macrochirus* Richters (1 exemplaire ♂, baie de Fernando Veloso, M. Heurtel, 1887); 3° *A. avarus* Miers, Fabr. (?) (1 exemplaire ♂, Ormont Reef, d[t] de Torrès,

Prof. Haddon, 1888). Ces exemplaires portent respectivement 70, 120, 90 parasites environ.

» Ce sont de petits sacs ovoïdes, complètement clos, fixés par un pédicule court sur les quatre premiers pléosternites, qui se montrent soulevés en un large bourrelet transversal [1]. Un léger anneau chitineux borde chaque insertion. Les parasites que porte *A. avarus*, plus jeunes, et de plus très inégalement développés, ont au minimum $1^{mm},5$ de longueur sur $0^{mm},5$ de large; les plus grands, portés par *A. macrochirus*, ont au plus $4^{mm},5$ de longueur sur 1^{mm} de largeur.

» Les coupes longitudinales en série montrent avec la plus grande netteté deux caractères essentiels des Rhizocéphales : 1° Un « manteau » à double paroi, dans lequel est suspendue une « masse viscérale », et qui porte une ouverture cloacale. Dans le cas présent, cette ouverture est obturée par la paroi externe du manteau, comme dans les genres *Clistosaccus*, *Sylon*, *Thompsonia* et les Sacculines jeunes, elle se trouve sans doute libérée par une mue pour la sortie des embryons.

» 2° Un système de « racines » plongeant dans le corps de l'hôte. Mais celles-ci sont bien différentes de ce que l'on remarque chez *Sacculina carcini*, par exemple; elles sont même plus réduites que dans le genre *Sylon*, où Hoeck les a décrites. Ces racines occupent uniquement le bourrelet transversal du pléosternite dont elles ont vraisemblablement provoqué la formation anomale; on n'en trouve nulle trace autour de l'intestin ni entre les muscles. Elles envahissent, par contre, les lames concentriques du névrilème externe, très épaissi chez *A. Edwarsi* et *A. avarus*. Elles ont un diamètre de 25^{μ} à 30^{μ} et se montrent ramifiées et contournées en tous sens.

» Le pédicule à paroi épaissie de chaque parasite vient se mouler dans une dépression hémisphérique de la cuticule de l'hôte. Au fond de la dépression, la cuticule présente une perforation étroite, dont le diamètre est encore rétréci par un manchon chitineux, extrémité du pédicule, qui vient se sertir sur les bords amincis de l'ouverture. Dans celle-ci, dont le diamètre n'est guère supérieur à 20^{μ}, on voit distinctement s'engager une partie conique, striée longitudinalement et paraissant creusée d'un fin canal, mais la fixation imparfaite et la longue macération en alcool affaibli des spécimens ne m'a pas permis jusqu'à présent de voir en place la connexion délicate de ce cône de pénétration avec le système radiculaire.

» Le nouveau Rhizocéphale, pour lequel je propose le nom de *Thylacoplethus*, se rapproche par sa forme de *Thompsonia globosa* Kossmann. Mais il doit en être séparé génériquement, même avant toute comparaison de la structure interne; *Thompsonia* a été trouvée fixée sur les pattes d'un Crabe (*Melia tessellata* Latr., provenant des Philippines), c'est-à-dire sur un Crustacé très éloigné des Alphées dans la systématique, et d'autre part, *Thy-*

---

(1) Spence Bate (*Challenger*, vol. XXIV, p. 566, *Pl. CI*) a signalé et figuré un parasite certainement très voisin, dont les 30 exemplaires environ (?) étaient fixés, non sur les sternites, mais sur la base des pléopodes d'*A. malleodigitus* Bate, provenant de Fidji.

lacoplethus offre le premier exemple d'un Rhizocéphale aussi complètement grégaire.

» La faible extension des racines, leur localisation dans des bourrelets saillants, dus à l'irritation causée par les parasites, le grand nombre de ceux-ci, leur fixation dans une cupule déprimée de dehors en dedans, la présence de parasites adultes très voisins sur les pléopodes d'*A. malleodigitus,* ou de *Thompsonia* sur les pattes d'un Crabe, là où s'effectuerait surtout l'inoculation des larves de Sacculine au stade kentrogone : tous ces faits montrent que, chez *Thylacoplethus* au moins, l'infestation de l'hôte doit se faire par fixation directe des larves à leur place définitive, sans l'inoculation ni le stade de parasite interne qui paraissent caractériser l'évolution de *Sacculina carcini* Thompson. »

TÉRATOLOGIE. — *Actions pathogènes et actions tératogènes.* Note de M. ÉTIENNE RABAUD, présentée par M. Alfred Giard.

« Les rapports de la Pathologie et de la Tératologie ont été et sont envisagés par le plus grand nombre des auteurs d'une façon très simple, en assimilant les états pathologiques et les états tératologiques. Cette conception ne répond pas aux faits; elle repose, semble-t-il, sur une double confusion :

» Les productions anormales étant parfois déterminées par des influences dont l'action sur l'organisme adulte est une action pathogène, on admet implicitement que cette action pathogène est une propriété inhérente aux influences considérées, qu'elles ne peuvent produire autre chose que des états morbides.

» En outre, l'examen des tissus de monstres nouveau-nés ayant parfois révélé une altération plus ou moins accusée, on considère que l'altération pathologique constitue l'essence même de l'anomalie.

» La question doit être envisagée tout autrement.

» Sans doute, certaines malformations congénitales résultent d'une altération pathologique, c'est-à-dire d'une destruction de tissus préexistants, mais de pareilles malformations, telle la pseudencéphalie, appartiennent exclusivement au domaine de la Pathologie; l'épithète de *congénitales,* qui leur est appliquée, n'a d'autre résultat que d'établir une fausse analogie.

» Les anomalies ou monstruosités proprement dites n'ont, en principe,

rien de commun avec une modification morbide quelconque. Elles sont essentiellement caractérisées par l'intégrité des éléments de leurs tissus et par une histogénèse normale, quant à sa forme tout au moins, soit qu'il s'agisse d'un processus primitif ou d'un processus consécutif ([1]).

» D'une façon générale, toutes les variations possibles du milieu peuvent déterminer des anomalies; ces variations seront aussi bien d'ordre infectieux ou toxique. Le résultat de l'action de ces facteurs ne dépend pas seulement de leur nature, mais aussi des diverses conditions dans lesquelles ils interviennent, en particulier de leur intensité, et de la nature des objets soumis à leur influence. Ce résultat pourra être, suivant le cas, un état tératologique ou un état pathologique. Dans l'une ou l'autre occurrence, le mode d'action est très différent; l'agent considéré n'intéresse pas les mêmes éléments protoplasmiques ou cellulaires et il ne les intéresse pas de la même façon.

» Tératogène, l'agent provoque une modification des échanges telle que la substance vivante ne perd aucune de ses qualités fondamentales, l'action se traduit simplement par une répartition nouvelle des différentiations histologiques, par une variation dans la rapidité de la croissance dans telle ou telle région.

» Pathogène, l'agent détermine des destructions, tout au moins une tendance à la destruction totale ou partielle des éléments du protoplasma, ou bien il détermine la transformation de ces éléments en substances inertes. Les échanges vitaux ne s'accomplissent plus, ou s'accomplissent incomplètement.

» Les données expérimentales nous fournissent à cet égard des renseignements assez précis.

» Nous savons, en effet, qu'entre certaines limites une influence anormale détermine un monstre, qu'en deçà elle ne produit rien en apparence, qu'au delà elle ralentit le développement dans une large mesure et l'arrête même tout à fait, entraînant la mort et la destruction de l'embryon.

» Il est donc à penser que la modification des échanges se fait d'une façon progressive, qu'elle porte successivement sur des parties différentes du protoplasma, soit dans un même tissu, soit dans des tissus distincts.

» A son degré le plus faible d'intensité, l'agent ne détermine pas une

---

([1]) Voir ma précédente Communication : *Caractères généraux des processus tératogènes; processus primitifs et processus consécutifs* (*Comptes rendus*, 6 mai 1901).

variation marquée; la variation est trop faible, dans tous les cas, pour provoquer une modification appréciable de l'histogénèse. Il existe néanmoins une ébauche de modification portant sur des éléments déterminés de protoplasma.

» Cette modification occulte reste telle pour une série d'intensités successives, la constitution chimique des parties intéressées incline dans un sens donné, elle s'accentue graduellement dans le même sens à mesure que l'intensité augmente, et il suffira dès lors d'un faible degré en plus pour que la transformation devienne nettement apparente.

» Les résultats expérimentaux nous apprennent qu'il y a plusieurs valeurs de l'intensité capables d'imprimer à l'histogénèse de certains éléments une direction donnée. A chacune de ces valeurs correspondent évidemment des variations dans les échanges. Sans doute, l'agent conserve son mode d'action spécial, les modifications tératologiques s'accentuent.

» Mais il vient un moment où l'intensité atteignant une valeur élevée, l'agent provoque d'autres modifications, arrête les échanges en tout ou en partie, détermine des phénomènes de coagulation, qui aboutissent à la désintégration du protoplasma. Ce résultat peut être obtenu par plusieurs moyens sur lesquels nous reviendrons ultérieurement.

» Quoi qu'il en soit, le même facteur met en jeu sucessivement une *action primaire* ou *tératogène*, et une *action secondaire* ou *pathogène*. L'une et l'autre peuvent évoluer de concert durant un certain temps. A la limite l'action secondaire masquera l'action primaire.

» Il importe de distinguer nettement ces deux actions; elles diffèrent non seulement par leurs résultats, mais aussi par leurs moyens. L'action primaire produit les tissus viables et sains, capables d'évoluer jusqu'au bout; l'action secondaire altère les tissus et prépare leur destruction. Aux confins de l'une et de l'autre, ces actions s'entremêlent : le tissu tératologique prend l'aspect d'un tissu malade.

» Pour chaque facteur considéré en particulier, la valeur des intensités tératogène et pathogène est infiniment variable. Il est des facteurs qui ne provoquent un état morbide qu'à une intensité extrêmement élevée. Il en est d'autres qui sont uniquement ou presque uniquement pathogènes. Ceux-ci déterminent des maladies, qui n'ont avec les monstruosités d'autre lien commun que d'être, comme elles, congénitales. »

ZOOLOGIE. — *Nouveaux essais de parthénogénèse expérimentale chez les Amphibiens.* Note de M. E. Bataillon, présentée par M. Y. Delage.

« Depuis que j'ai relevé, dans les faits de parthénogénèse expérimentale, le principe de la pression osmotique et de la déshydratation ([1]), principe adopté ensuite par Lœb lui-même pour sa belle découverte chez les Echinodermes ([2]), mes opérations sur *Rana esculenta* ont été reprises par Mme Rondeau-Luzeau ([3]) et Henneguy ([4]) sur *Rana fusca*.

» Partant des titres que j'avais indiqués ces deux auteurs ont obtenu la segmentation des œufs vierges. Certaines irrégularités dans les résultats ne m'ont point surpris : je m'assurais à la même époque que le matériel en question est plus réfractaire que celui que j'avais utilisé primitivement ([5]).

» Une question plus grave se posait. Henneguy ne trouvait pas de noyau dans les œufs divisés : tout au plus apercevait-il des vésicules claires sans chromosomes avec une radiation protoplasmique. Pour lui, il ne s'agirait pas d'une véritable segmentation, mais d'un processus de fractionnement dont il se propose d'étudier le mécanisme.

» Il était curieux que j'eusse formulé une interprétation physique acceptable et acceptée de la parthénogénèse artificielle, en tablant sur des faits d'un autre ordre. Voici ce qui serait plus curieux encore :

» Guidé par les expériences d'Yves Delage ([6]) sur *Asterias glaciali*, j'ai soumis des œufs de *Rana fusca* à des températures comprises entre 25°

([1]) E. Bataillon, *La segmentation parthénogénétique expérimentale chez les Amphibiens et les Poissons* (*Comptes rendus*, 9 juillet 1900).

([2]) J. Lœb, *Further experiments on artificial parthenogenesis*, etc. (*Americ. Journ. of Phys.*, august 1900).

([3]) Rondeau-Luzeau, *Action des solutions isotoniques de chlorures et de sucre*, etc. (*Soc. Biol.*, 27 avril 1901).

([4]) F. Henneguy, *Essai de parthénogénèse expérimentale sur les œufs de Grenouille* (*Soc. Biol.*, 5 avril 1901).

([5]) E. Bataillon, *Études expérimentales sur l'évolution des Amphibiens*, etc. (*Archiv. für Entwick. Mech.*, 10 septembre 1901).

([6]) Y. Delage, *Études expérimentales sur la maturation cytoplasmique chez les Echinodermes* (*Archives de Zoologie expérimentale*, 3e série, t. IX, p. 285-326).

et 38° pendant des temps variables. Les résultats les meilleurs ont été obtenus avec une exposition de 30 minutes à 35° environ.

» Jamais, même sur *R. esculenta*, je n'avais observé des segmentations aussi régulières ni aussi rapides avec mes solutions. L'expérience a été répétée plus de dix fois et souvent les $\frac{9}{10}$ des œufs pour le moins entraient en mouvement. J'ajoute que le début des phénomènes visibles était beaucoup plus précoce, la segmentation commençant 3 heures 30 minutes ou 4 heures après le retour à la température ordinaire, presque aussi vite que sur les témoins fécondés.

» Je considère que la modification introduite par la température est homogène et largement indépendante du facteur temps, à l'inverse des transports moléculaires, par les solutions plasmolysantes (voir mon Mémoire cité plus haut). Mais il n'est pas prouvé que cette modification soit d'une autre nature. En effet, la segmentation ne va pas très loin si on laisse le matériel dans l'eau pure. Au bout de 24 heures, les sillons s'effacent comme si l'œuf, contracté par le coup de chaleur ou par le retour brusque à une température basse, se réhydratait progressivement. J'ai obtenu des éléments beaucoup plus nombreux et de belles apparences morulaires avec cavité de segmentation, en reportant définitivement mon matériel, le lendemain de l'expérience, dans une solution de sucre à 5 pour 100.

» Quoi qu'il en soit, et ce serait encore une coïncidence bizarre s'il s'agissait de simples phénomènes d'altération, on peut, et avantageusement, substituer ici la chaleur aux solutions plasmolysantes, tout comme pour la parthénogénèse provoquée chez les œufs d'Échinodermes.

» Entraîné en 1900 par de nombreuses expériences, je n'avais pu examiner que superficiellement mes œufs de *R. esculenta* au point de vue cytologique. J'ai signalé seulement, quand les sillons s'effacent, des groupes nucléaires irréguliers en voie d'émiettement, et j'en ai déduit l'existence préalable de mouvement interne.

» Les œufs de *R. fusca* traités par la chaleur montrant, *à la simple dissociation,* une abondance de blastomères centrés, avec des radiations splendides bien accusées par le pigment autour d'une zone centrale claire et limitée, j'ai repris cette étude. Les blastomères séparés renferment souvent un noyau structuré dont la charpente se colore énergiquement par le bleu de méthylène ou l'hématoxyline. Certains fragments, aussi nettement centrés, ne m'ont rien montré dans leur aster pigmentaire et cytoplasmique. Ceci n'a rien de surprenant, si l'on considère certaines régions indivises manifestant encore de l'activité après 48 heures. Là où les noyaux sont

rares, c'est une véritable constellation de cytasters petits. Mais, au contact des noyaux, ces formations ont un champ plus étendu. Leur division dessine de magnifiques fuseaux, des *figures bipolaires ou pluripolaires, avec les étapes du transport chromatique.* D'une pareille masse peuvent se détacher certains blocs nettement centrés, qui ne sont pas des pseudo-blastomères, mais des *cytoblastomères* apparaissant dans les mêmes conditions mécaniques que les cellules nucléées. Car, si la cytodiérèse régulière se conçoit difficilement sans sphérodiérèse, elle peut se produire parfaitement sans karyodiérèse. Les fuseaux karyokinétiques réguliers sont loin d'être abondants; mais j'en ai obtenu de très précis *avec leur plaque équatoriale de chromosomes et leurs radiations* dès la trentième heure.

» Je réserve les mouvements nucléaires initiaux, en apparence plus complexes et sur lesquels je m'expliquerai ailleurs. L'apparition et les mouvements des asters me paraissent seuls primordiaux et essentiels.

» *En résumé :* 1° Les œufs vierges d'Amphibiens sont mis en mouvement par la chaleur comme par les solutions plasmolysantes ;

» 2° On peut avantageusement additionner les deux facteurs, ce qui ne prouve pas qu'ils agissent différemment ;

» 3° Les œufs montrent dans ces conditions des blastomères nucléés et des cytoblastomères. Dans les zones en pleine activité, il y a des karyokinèses normales ou anormales, des cytasters et des divisions de cytasters (Wilson). J'emploie ce terme de préférence à celui d'astrosphères artificielles (Morgan), parce que, d'accord avec Wilson, je ne vois pas de différence essentielle entre les irradiations de division et les asters cytoplasmiques ;

» 4° Si l'équilibre obtenu artificiellement par soustraction est instable, s'il diffère de celui que réalise l'addition spermatique assez pour limiter la différentiation d'une ébauche hétérogène et à évolution lente, l'identité des facteurs mis en jeu et des résultats obtenus ne permet pas de séparer le cas des Amphibiens de celui des Échinodermes ;

» 5° Si l'on met à part l'absence de centrosomes limités dans les asters, l'origine et le nombre des chromosomes, les détails cytologiques essentiels concordent avec ceux décrits par Wilson [1] sur les œufs vierges de Toxopneustes. »

---

[1] E.-B. Wilson, *Experimental studies in Cytology.* I : *A cytological study of artificial parthenogenesis,* in *Sea-Urchin Eggs.* (*Arch. f. Entw. Mech.*, 10 septembre 1901).

MINÉRALOGIE. — *Sur la forme primitive des corps cristallisés.* Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

« Dans une Note précédente j'ai fait remarquer que la particule complexe des corps cristallisés pouvant toujours être considérée comme une particule cubique déformée, on devait prendre pour forme primitive le parallélépipède ayant pour faces les trois plans qui, dans la particule déformée, représentent les trois plans de symétrie principaux de la particule cubique. Cette définition a le grand avantage de rendre comparables ces formes primitives de tous les corps cristallisés, et ces formes primitives doivent jouir de propriétés communes. Je voudrais indiquer aujourd'hui une de ces propriétés qui n'est pas sans intérêt.

» Habituellement, quand on considère l'action exercée par une particule matérielle sur un point extérieur, on développe les composantes de cette action suivant les puissances croissantes des coordonnées du point extérieur et l'on s'en tient aux termes du premier degré; on est ainsi naturellement amené à la théorie de l'ellipsoïde.

» Cette première approximation a le grand inconvénient de ne pas permettre la mise en évidence des éléments de symétrie de la particule agissante, inconvénient qui disparaît si l'on pousse le développement jusqu'aux termes du troisième degré. C'est ainsi que les composantes de l'action d'une particule cubique ont pour expression

$$X = x(1 + kx^2 + k'y^2 + k'z^2),$$
$$Y = y(1 + ky^2 + k'z^2 + k'x^2),$$
$$Z = z(1 + kz^2 + k'x^2 + k'y^2).$$

» En général, l'action exercée sur un point n'est pas parallèle au rayon vecteur de ce point. Le parallélisme n'est réalisé que quand le point se trouve sur un axe de symétrie de la particule, c'est-à-dire sur un côté ou sur une diagonale, ou sur une diagonale de l'une des faces d'un certain cube. En outre, pour tout point situé soit dans une face, soit dans un plan diagonal de ce cube, la force se trouve dans le même plan.

» Si la particule est quadratique ou rhomboédrique, on constate sans peine qu'il existe un prisme quadratique dans le premier cas, un rhomboèdre dans le second, dont les éléments jouissent des mêmes propriétés que les éléments du cube dans le cas de la particule cubique.

» Mais, dans les autres systèmes, il est nécessaire de préciser le mode de déformation de la particule complexe. Cette déformation peut être considérée comme se décomposant en un mouvement de rotation des particules fondamentales autour de leur centre de gravité et en un déplacement de ces centres de gravité. Or la première déformation ne paraît pas modifier l'action de la particule complexe sur les points extérieurs, puisque dans la boracite et dans le sulfate double d'ammoniaque et de lithine, qui sont biaxes, les réseaux sont respectivement cubiques et rhomboédriques.

» Quant à la seconde déformation, elle est de même nature que celle qu'elle entraîne dans le réseau ; c'est donc une déformation homogène. Cette conclusion se trouve confirmée par la considération des macles obtenues par actions mécaniques; dans la formation de ces macles, en effet, la particule complexe se transforme en réalité en une autre particule complexe en subissant une déformation homogène. Il en résulte que si l'on prend pour axes de coordonnées les directions correspondant après la déformation aux axes quaternaires, les expressions des composantes de l'action d'une particule complexe sur un point extérieur se déduiront immédiatement des expressions données plus haut pour la particule cubique. On constate alors que le parallélépipède résultant de la déformation du cube jouit des mêmes propriétés que lui.

» Par conséquent, dans tous les corps cristallisés, il existe un parallélépipède jouissant des propriétés suivantes : une particule complexe exerce sur un point situé soit sur un côté, soit sur une diagonale, soit sur une diagonale d'une face de ce parallélépipède, une action parallèle au rayon vecteur du point. Pour tout point situé dans une face ou dans un plan diagonal, l'action se trouve dans la même face, dans le même plan diagonal.

» Ce parallélépipède, qui possède la même symétrie que la particule complexe, est la forme primitive du corps cristallisé.

» Ce résultat me permettra d'expliquer, dans une prochaine Note, le mode d'association des cristaux d'espèces différentes. »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique du Maroc occidental.* Note de M. **A. Brives**, présentée par M. de Lapparent.

« Le Maroc occidental est constitué par deux immenses plateaux étagés, qui s'étendent depuis le littoral atlantique jusqu'au pied de l'Atlas et de la chaîne du Rif. Dans la zone médiane, se trouve une série de tronçons d'un

troisième plateau plus élevé, dont les témoins principaux sont le Zerhoun, le Kafès, l'Oulmès. Cette disposition en plateaux successifs se poursuit jusque dans l'Atlas, dont les crêtes les plus élevées ne sont que des plates-formes limitées par des failles.

» Les voyageurs qui ont parcouru le Maroc ont fourni peu de documents sur la géologie de ces plateaux.

» En 1899, Th. Fischer a donné quelques détails sur la nature des assises qu'il a rencontrées, mais il n'en précise pas l'âge. La même année, J. Thomson s'étend sur la constitution de l'Atlas et donne brièvement quelques indications sur celle des plateaux. Antérieurement, Bleicher, dans un voyage à Meknès, avait recueilli des documents paléontologiques qui lui ont permis de constater la présence du Jurassique dans le Zerhoun; le Tertiaire est décrit avec beaucoup de détails et il est le premier qui ait donné des indications précises sur la géologie de la région comprise entre Larache et Meknès.

» Durant trois mois, de décembre 1901 à mars 1902, j'ai parcouru en divers sens la zone des plateaux; j'ai pu étudier et reconnaître facilement les divisions du Tertiaire, par suite de l'analogie de facies qu'elles présentent avec les terrains de même âge de l'Algérie occidentale.

» Je n'étudierai, dans la présente Note, que les terrains antétertiaires : ils comprennent la série des assises cristallophylliennes, les terrains paléozoïques et les terrains secondaires inférieurs.

» Dans la région comprise entre Rabat et Mazaghan, et suivant une bande nord-sud jusqu'à l'Atlas, les terrains cristallophylliens et paléozoïques constituent le substratum des plateaux; les assises sont fortement plissées, toujours inclinées à l'est avec une orientation constante au nord 20° est. D'une manière générale, elles sont recouvertes par le Pliocène sur le plateau inférieur, par le Miocène sur le supérieur, par l'Éocène et le Jurassique sur le troisième plus élevé dans la zone médiane. Toutes ces couches plus récentes sont en discordance sur les terrains anciens dont les plissements sont antérieurs au Jurassique qui les recouvre horizontalement.

» Les terrains anciens constituaient donc une chaîne aujourd'hui complètement arasée.

» La succession est la suivante :

» 1° Série des *schistes cristallins*, gneiss et micaschistes avec roches granitiques en masses ou en filons, dont les affleurements se retrouvent dans les berges de l'Oum er R'bia, au Jebel Lakhdar, au Jebilet, au Kerkour et dans l'Atlas.

» 2° Schistes et quartzites de Casablanca, identiques à ceux des Traras, du Doui, de la Chiffa, considérés en Algérie comme *siluriens*. Ces schistes affleurent le long d'une bande nord-sud passant par Casablanca, le Jebel Lakhdar, le Jebilet. La résistance des quartzites aux érosions a donné lieu à une série de gour dont les plus remarquables sont la gara d'Ouzern et celle de Chabeurguïa.

» 3° Grès siliceux noirâtres ou de teinte foncée, visibles le long de l'Oued Aouja dans le Jebel Lakhdar et au pied de la gara de Chabeurguïa dans le Jebilet. Ces grès, disposés en bancs réguliers, sont identiques d'aspect avec les grès *dévoniens* du Sahara rapportés par M. Foureau.

» 4° Schistes violacés avec conglomérats quartzeux durs, traversés de roches porphyriques qui forment des dykes énormes (Srours) et qui ailleurs paraissent interstratifiées. Ces assises ont l'aspect des schistes et conglomérats du Doui et du Djebel Kahar qui sont attribués en Algérie au *Permien*.

» Le carbonifère paraît manquer dans la région que j'ai parcourue; Th. Fischer rapporte à cet étage des calcaires qu'il a rencontrés plus à l'ouest.

» Toute cette série de couches manque dans le bassin du Sebou.

» Dans la région ouest, c'est-à-dire dans celle qui est comprise entre Rabat et Mazaghan, existait une chaîne ancienne antéjurassique qui d'une part se prolongeait vers le sud jusqu'au Sous, d'autre part vraisemblablement vers le nord pour se rattacher à la partie ouest de l'Andalousie.

» Les terrains secondaires comprennent le Trias et le Jurassique.

» Le *Trias* est constitué par des gypses, des argiles irisées et des marnes rouges avec gîtes de sel gemme. Il forme une bande dirigée est-ouest qui s'étend depuis le Zalagh jusqu'au Zerhoun où elle disparaît sous le Jurassique. Sur le flanc nord du Terrats des pointements se montrent dans les marnes miocènes. L'analogie avec les pointements gypso-ophitiques du département d'Oran est complète.

» Le *Lias* se montre au Zalagh surmontant les couches triasiques, il est formé de calcaires massifs à rhynchonelles et à ammonites indéterminables, qui plongent fortement au sud et dont l'orientation est dirigée est-ouest. Ces calcaires se retrouvent au confluent de l'oued Akrach (sud de Rabat) et rappellent par leur aspect le Lias du Fillaoucen.

» Le Jurassique est représenté dans le Jebilet par une série puissante de schistes surmontés de calcaires dolomitiques à entroques. Je rapporte ces couches au *Dogger*, d'abord par leur superposition au Lias (oued Akrach), ensuite par l'analogie des dolomies avec le Bathonien de Saïda. Au Zerhoun se montrent également des calcaires et des dolomies que Bleicher rapporte au Jurassique supérieur.

» Le Crétacé, si développé dans la région de Tanger et dans celle de Mogador, paraît avoir été complètement enlevé par les érosions antérieures au Tertiaire dans la zone comprise entre le Sebou et l'Oum er R'bia.

» En résumé, il est important de constater que les terrains primaires et

secondaires se retrouvent ici avec les mêmes caractères et le même facies qu'en Algérie. Dans une Note ultérieure je montrerai qu'il en est de même pour les terrains tertiaires. »

ANTHROPOLOGIE. — *Les récentes découvertes de S. A. S. le Prince de Monaco aux Baoussé-Roussé. Un nouveau type humain fossile.* Note de M. R. Verneau, présentée par M. Albert Gaudry.

« Persuadé que les célèbres grottes des Baoussé-Roussé, près de Menton, n'avaient pas livré tous leurs secrets aux paléontologistes et aux archéologues, S. A. S. le Prince de Monaco a résolu d'en continuer méthodiquement l'exploration, et il a confié la direction des nouvelles fouilles à M. l'abbé de Villeneuve. Les résultats obtenus ont dépassé ce que pouvaient espérer les plus optimistes, et le soin méticuleux avec lequel ont été faites les recherches donne aux documents recueillis une valeur de premier ordre. La riche collection ainsi réunie fera l'objet d'une étude détaillée; mais d'ores et déjà l'Académie voudra bien me permettre de signaler à son attention la découverte d'un nouveau type humain fossile.

» Cette importante trouvaille a été faite dans la grotte la plus rapprochée du territoire français, à 350^{m} environ de la frontière. M. Rivière l'a appelée la *Grotte des Enfants*, parce qu'il y avait rencontré, en 1874 et en 1875, deux squelettes de jeunes sujets qui sont devenus la propriété de l'Institut catholique de Paris. Mais il n'avait exploré les couches qui remplissaient la caverne que sur une épaisseur de 2^{m},70, et encore n'avait-il pas remué la terre partout. En effet, un squelette entier a été découvert au-dessus d'un foyer, qui ne gisait qu'à 1^{m},90 de profondeur. M. l'abbé de Villeneuve est arrivé à 9^{m},80 avant de rencontrer la roche qui constituait le sol primitif. A 7^{m},05, il a recueilli un autre squelette complet et, à 0^{m},70 plus bas, il trouvait une dernière sépulture qui lui a fourni deux sujets.

» Ce qu'il importe de noter, c'est qu'aucun remaniement n'avait été opéré dans la grotte. Les couches de terre étaient parfaitement en place, séparées les unes des autres par de faibles lignes de cendre ou par des foyers intacts qui s'étalaient sans solution de continuité. Seul, le foyer inférieur, reposant sur la roche, avait été plus ou moins remué par des fauves qui ont laissé des traces indéniables de leur passage.

» La faune n'a pas encore été étudiée. Toutefois, je puis signaler l'exis-

tence de l'Élan, de deux Cerfs, dont l'un de grande taille (*Cervus canadensis*), de Bovidés, d'Équidés, de la *Capra primigenia*, etc. L'animal le plus intéressant est sans contredit la *Hyæna spelæa*, dont les ossements et les coprolithes ont été rencontrés au-dessus des trois squelettes humains qui gisaient entre $6^m,75$ et $7^m,75$ de profondeur.

» Quant à l'industrie, elle est bien caractéristique. Tout au fond existaient de grossiers instruments en grès et en calcaire, rarement en silex, offrant le type dit *moustérien*. Au-dessus, depuis 9^m jusqu'auprès de la surface, l'industrie est nettement celle de notre âge du renne, quoiqu'on ait recueilli des essais de pointes à cran. Avec M. Cartailhac, qui a assisté à l'extraction des restes humains et qui a consigné ses observations dans un rapport encore inédit, je dirai que les squelettes inférieurs « doivent être » définitivement classés comme paléolithiques... Ils sont peut-être, pro- » bablement même, plus anciens que ceux de la Barma Grande (¹) et ont dès lors une valeur considérable ».

» Je ne parlerai pas du squelette qui gisait à $1^m,90$ et je ne dirai que deux mots de celui qui a été recueilli à $7^m,05$ de profondeur. Le sujet (un homme de $1^m,90$ environ) avait été allongé sur la couche de cendres, de charbons, d'ossements d'animaux plus ou moins brûlés qui constituaient le septième foyer. Ses pieds avaient été protégés par des pierres, et un gros bloc qui, en s'écroulant, avait écrasé la tête, était sans doute destiné, dans le principe, à abriter cette partie du cadavre. En reconstituant le crâne, je l'ai légèrement raccourci, mais son indice céphalique ne dépasse pas encore 76,26, de sorte qu'on peut affirmer que l'individu était primitivement dolichocéphale. La face est, au contraire, très basse et très développée en largeur. D'ailleurs, par ses caractères céphaliques aussi bien que par les particularités de son squelette, ce géant reproduit tous les traits essentiels de la race de Cro-Magnon.

» Tout autres sont les deux squelettes qui avaient été inhumés dans le huitième foyer. Une petite fosse avait été creusée pour les recevoir et, au niveau des têtes, l'excavation avait entamé toute l'épaisseur du foyer sous-jacent. Une sorte de petit trilithe, composé de deux pierres verticales et d'une pierre horizontale, recouvrait les deux têtes.

» L'un des sujets est une vieille femme, dont le corps est couché à plat ventre et dont les membres sont fortement repliés. Le second est un jeune homme, non encore épiphysé quoiqu'il approche de l'âge adulte. Il est couché sur le dos, légèrement incliné à droite et ses membres, comme ceux de la vieille, sont ramenés le long du corps.

» Ces deux squelettes offrent les mêmes caractères anthropologiques et représentent un type ethnique qui n'avait pas encore été rencontré dans les couches quaternaires.

(¹) La *Barma Grande* est une grotte des Baoussé-Roussé dont nous avons fait connaître les produits en 1892.

Ils sont de petite taille (la femme mesure $1^m,57$ environ et le jeune homme $1^m,55$) et assez peu robustes. La tête est dysharmonique avec un crâne extrêmement allongé (indice céphalique = 68,58 et 69,27 à peu près) et une face très développée en largeur. Par ce caractère nos deux sujets rappellent le type de Cro-Magnon, dont ils se rapprochent aussi par leurs orbites basses et très larges. Mais le crâne est régulièrement elliptique, sans saillie notable des bosses pariétales, sans méplat pariéto-occipital, sans proéminence de l'inion et sans aplatissement de la base; en outre, il est sensiblement développé dans le sens vertical. Sa forme générale est celle qui deviendra commune à l'époque néolithique et qui est fréquente chez beaucoup de nègres.

» Le plus curieux, c'est que la face est franchement négroïde dans sa partie inférieure : le nez s'élargit un peu chez la vieille, et, chez les deux sujets, le plancher des fosses nasales, au lieu d'être limité en avant par un bord plus ou moins aigu, se termine par une gouttière oblique en avant et en bas. C'est là un caractère essentiellement négritique. Il existe, en outre, un prognathisme sous-nasal énorme, aussi accusé que chez beaucoup de nègres de la Sénégambie ou de la Guinée, et, par suite, un certain retrait du menton. Enfin, je pourrais encore signaler le grand développement relatif des membres supérieurs.

» En somme les deux sujets rencontrés dans la *Grotte des Enfants*, à $7^m,75$ de profondeur, nous prouvent que *parmi nos ancêtres nous devons compter des individus à type négroïde*. Ce type nouveau méritait, à mon sens, d'être signalé à l'attention des savants de l'Académie. Je propose de le désigner sous le nom de *type de Grimaldi*, dénomination qui aura l'avantage de rappeler à la fois la localité où il a été rencontré pour la première fois et le souverain éclairé à qui nous en devons les précieux débris. »

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur la production expérimentale de races parasites des plantes chez les Bactéries banales.* Note de M. L. **Lepoutre**, présentée par M. Duclaux.

« Un certain nombre de maladies des plantes cultivées ont été attribuées à des Bactéries, dont la plupart ont été considérées comme spécifiques. Il semble cependant que diverses espèces banales, chez les Bactéries comme chez les Mucédinées, puissent, dans certaines conditions, devenir virulentes et causer de véritables infections dans les cultures.

» Les premières observations faites à l'appui de cette opinion sont dues à M. Émile Laurent [1] qui transforma le *Bacillus coli communis* et le

[1] *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XIII, 1899.

B. fluorescens putridus, normalement incapables d'attaquer les plantes, en parasites très actifs de la Pomme de terre, de la Carotte et d'autres espèces tuberculeuses.

» La méthode consiste à diminuer la résistance des tissus végétaux, soit par une nutrition appropriée, soit par l'immersion dans des solutions alcalines, qui neutralisent l'acidité cellulaire et permettent la pénétration des microbes. Des passages successifs sur des tissus végétaux convenables augmentent rapidement la résistance, qui cependant reste stationnaire à partir d'une certaine limite.

» Au cours de ses études, Laurent avait remarqué que la nature des engrais donnés au sol qui avait fourni les tubercules a une réelle influence sur leur résistance à l'invasion parasitaire. Cette propriété s'explique par l'absorption plus ou moins considérable de substances minérales qui pénètrent dans les cellules et influent sur la composition des sucs cellulaires.

» Les recherches actuelles ont été entreprises dans le but de compléter les observations de Laurent sur l'acquisition de la virulence chez les Bactéries banales. Les trois espèces suivantes ont été étudiées :

» *Bacillus fluorescens liquefaciens*, *B. mycoides*, et *B. mesentericus vulgatus*. Toutes trois abondent dans la terre arable et sont fréquentes dans l'air et dans les eaux.

» Les matériaux qui ont servi à ces recherches provenaient d'un champ d'essais divisé en cinq parcelles. Chaque année, l'une de ces parcelles, toujours la même, reçoit une dose excessive d'engrais azotés (P. I), ou d'engrais potassiques (P. II), ou de superphosphate de chaux (P. III), ou de chaux (P. IV), ou de chlorure de sodium (P. V).

» Des rondelles de Carottes récoltées dans ces parcelles ont été inoculées avec des cultures pures des trois bacilles précités et maintenues à l'étuve à 30°. Le *B. fluorescens liquefaciens* s'est bientôt révélé comme le plus actif en formant une épaisse couche glaireuse et noirâtre sur les rondelles inoculées. Celles qui provenaient des parcelles I (avec engrais azotés) et IV (avec chaux) étaient le plus profondément attaquées. Mais des passages successifs sur ces rondelles, puis sur des rondelles de racines récoltées dans les trois autres parcelles, communiquaient aux trois bacilles l'aptitude à vivre en parasites aux dépens des Carottes de tout le champ d'essais. Celles de la P. III (avec superphosphate) étaient les plus résistantes.

» Les microbes, ainsi devenus parasites pour la Carotte, ont été inoculés sur des Navets récoltés dans les cinq parcelles. Tout d'abord, les racines de la P. I, puis de la P. IV furent seules infectées, surtout par le *B. fluorescens liquefaciens*. De nouveaux passages augmentaient la virulence pour le Navet chez les trois bacilles, mais on a constaté encore l'augmentation de résistance due aux phosphates.

» A défaut de tubercules de Pomme de terre récoltés dans le champ d'essais, j'ai employé des tubercules de variétés fourragères cultivées en plein champ et qui étaient coupés en deux. En vain de la pulpe de Carotte et de Navet infectée par les bacilles étudiés a été déposée sur les sections ainsi produites : les tubercules étaient rebelles aux parasites. Mais plongés pendant une heure dans une solution de soude à 1 pour 1000, des fragments de ces tubercules ont été rapidement envahis par ces bacilles, surtout par le *B. fluorescens*. Ici aussi des passages successifs sur des Pommes de terre alcalinisées exaltent la virulence au point que des variétés d'abord tout à fait rebelles finissent par être attaquées.

» Lorsqu'on examine au microscope les pulpes produites par les bacilles sur les divers tubercules, on constate que les lamelles mitoyennes, formées de pectate de chaux, ont disparu ; il y a dissociation des parenchymes et, en même temps, coagulation du protoplasme à l'intérieur des cellules.

» Le mécanisme de ces deux actions a été étudié avec des cultures de *B. fluorescens liquefaciens* faites sur Pomme de terre et Navet. Dans les sucs exprimés et filtrés sur porcelaine, on a retrouvé une diastase qui dissout les corps pectiques et que nous appellerons, avec M. Hauman, *pectinase*. Elle est détruite à 62° comme celle du colibacille étudiée par M. Laurent.

» La substance qui coagule le protoplasme résiste à 100° et m'a paru n'être autre chose qu'un mélange d'acide acétique et d'acide lactique. Au reste, des solutions à 1 pour 100 de ces acides déterminent les mêmes phénomènes de coagulation protoplasmique et ne contrarient nullement l'action de la pectinase.

» Quand on coupe une Pomme de terre inoculée perpendiculairement à l'infection, on peut s'assurer que la pulpe a une réaction alcaline, surtout due à la production d'ammoniaque, tandis que la couche sous-jacente, non désagrégée, mais dont les protoplasmes sont coagulés, est acide. Ce sont les acides sécrétés dans la couche voisine qui diffusent de proche en proche et causent la mort et la contraction des cellules.

» Les acides organiques que produisent les Bactéries sont dus à la destruction des sucres des tubercules. Et ainsi s'explique sans doute l'immunité acquise en mai par des Pommes de terre entrées en végétation et chez lesquelles il y avait eu consommation des sucres par la respiration et la croissance au fur et à mesure de leur production aux dépens des réserves. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er avril 1902.
(Suite.)

Sept Opuscules par le Dr Giuseppe Curreri, intitulés : *Osservazioni comparative sul plancton pelagico comparente nel porto di Messina. — Sulle cause meccanico-biologiche della formazione degli accumoli di plancton. — Osservazioni sulla struttura dell'ectoderma dei Ctenofori. — Osservazioni sui Ctenofori comparenti nel porto di Messina. — Sulla respirazione di alcuni insetti acquaiuoli. — Sulla formazione del mar dei Sargassi. — Considerazioni intorno alla legge dei Baer.* 7 fasc. in-8°.

The Nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1905, *for the meridian of the Royal Observatory at Greenwich,* published by order of the Lords Commissioners of the Admiralty. Edimbourg, s. d.; 1 vol in-8°.

The scientific transactions of the Royal Dublin Society; vol. VII, parts 8-13. Dublin, 1900-1901 ; 6 fasc. in-4°.

The scientific proceedings of the Royal Dublin Society; vol. IX (n. s.), parts 2-4. Dublin, 1900-1901 ; 3 fasc. in-8°.

The economic proceedings of the Royal Dublin Society; vol. I, part 2. Dublin, 1899; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Observatoire national d'Athènes, publiées par Démétrius Eginitis ; t. III. Athènes, 1901 ; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjobenhavn for aret 1901. Copenhague, 1902 ; 1 vol. in-8°.

Ofversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens förhandlingar : Arg. 59, 1902, nos 1, 2. Stockholm ; 2 fasc. in-8°.

Sammelschrift der matematisch-naturwissenschaftlich-ärztlichen Section der Sevcenko-Gesellschaft der Wissenschaften in Lemberg; Bd. VIII, Heft 1. Lemberg, 1901 ; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 avril 1902.

Les principes de la Mécanique rationnelle, par C. de Freycinet, de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Observations météorologiques de Victor et Camille Chandon, de Montdidier (1783-1869), par H. Duchaussoy. Amiens, Piteux frères, 1902. (Présenté par M. Mascart, hommage de l'auteur.)

Aide-mémoire du mineur et du prosecteur, par Paul-F. Chalon; nouvelle édition entièrement refondue. Paris, Ch. Béranger, 1902 ; 1 vol. in-16.

La métallurgie du cuivre par voie humide et la cémentation, par Paul Chalon. (Extr. de la *Revue universelle des Mines*, t. LVII, 8e série, p. 200, 46e année, 1902.) 1 fasc. in-8°.

Les Fierabras, médecins rouennais et alençonnais au XVIe *et au* XVIIe *siècles*, lettre ouverte à M. Tony Genty, par Louis Duval. Alençon, A. Herpin, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Un amphithéâtre de dissection à Alençon en 1660, par Louis Duval. Paris. Bibliothèque historique de la France médicale, 1902. (Hommage de l'auteur.)

De la contamination par les vieux papiers, par Georges Hyvert. Carcassonne, impr. G. Servière, 1902; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

La clinique générale de Chirurgie, Bulletin mensuel des travaux de la Clinique et revue des Sciences médicales et de leurs applications à l'Anthropo-sociologie. Directeur-rédacteur en chef : Dr A. Aubeau; nos 1 et 2, octobre-novembre 1901. 2 fasc. in-8°.

Wissenschaftliche Ergebnisse der Reisen in Madagaskar und Ostafrika in den Jahren 1889-1895, von Dr A Voeltzkow; Bd. II, Heft IV, mit 2 Tafeln und 3 Textfiguren. Francfort-sur-le-Mein, Moritz Diesterweg, 1902. (*Abhandl. d. Senckenb. Ges.*, Bd. XXVI, Heft IV.) 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Alfred Grandidier. Hommage de l'auteur.)

Ueber die Ursache der Wetter-Trübungen als Grundlage einer Wetter-Prognose. von Basil Spariosu. Mostar, Pacher et Kisic, 1902; 1 fasc. in-8°.

Académie royale de Belgique. Bulletin de la Classe des Sciences, 1902, nos 1 et 2. Bruxelles, Hayez; 2 fasc. in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 68e année, 1902. Bruxelles; Hayez; 1 vol. in-12.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh; session 1901-1902, vol. XXIV, n° 1. 1 fasc. in-8°.

Transactions of the American mathematical Society; vol. III, number 1, january 1902. Lancastre, Pa., et New-York; 1 fasc. in-4°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie, Classe des Sciences mathématiques et naturelles; n° 1, janvier 1902. Cracovie; 1 fasc. in-8°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg; t. IX, n° 1. Saint-Pétersbourg, 1902, 1 fasc. in-4°.

Archives italiennes de Biologie; revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de A. Mosso, t. XXXVII, fasc. 1. Turin, Hermann Loescher, 1902; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 14 avril 1902.)

Note de M. *Berthelot*, Recherches sur les forces électromotrices :

Page 800, ligne 1, *au lieu de* 5^g, *lisez* 5^l.

Même page, ligne 2, *au lieu de* $\frac{C^2H^2O^4}{2}$, *lisez* $\frac{C^2H^2O^4}{10}$.

Page 801, ligne 5 en remontant, *au lieu de* oxalates, *lisez* lactates.

Page 804, ligne 8, *après le mot* déterminations, *ajoutez* sur le sel de soude.

Page 805, ligne 4 en remontant, *après le mot* absorber, *ajoutez* dans le voltamètre.

Même page, ligne 8 en remontant, *après le mot* oxygène, *ajoutez* dans un voltamètre.

Page 806, ligne 9 en remontant, *au lieu de* l'électrolyte, *lisez* les électrolytes.

Note de MM. *Dongier* et *Lesage*, Valeurs de la résistance électrique, etc. :

Page 835, ligne 2, *au lieu de* sérum humain adulte 100^{ohms} à 300^{ohms}, *lisez* 100^{ohms} à 103^{ohms}.

Même page, ligne 15, *supprimez le mot* ^{ohms} répété deux fois.

Note de M. *de Forcrand*, Sur la composition des hydrates de gaz :

Page 837, ligne 6, *au lieu de*

$$Q' = 0,002 \log. \frac{P}{760} \cdot \frac{t \times T'}{t - T'},$$

lisez

$$Q' = 0,002 \operatorname{Log.} \frac{P}{760} \cdot \frac{t \times T'}{t - T'}.$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 AVRIL 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

M. le **Président**, après la lecture du Procès-verbal et le dépouillement de la Correspondance, s'exprime ainsi :

« Mes chers Confrères,

» On m'annonce à l'instant une douloureuse nouvelle qui, pour beaucoup d'entre nous, est bien inattendue.

» M. Filhol vient de mourir.

» Si l'Institut perd un grand savant, le Muséum, que M. Filhol venait de doter d'une galerie d'Anatomie comparée de premier ordre, remplacera difficilement un professeur dévoué, victime de son zèle et de ses travaux.

» Quant à ses amis bien nombreux, et parmi eux ses compagnons dans de lointaines missions, ils voient disparaître avec un profond regret l'esprit le plus aimable, le cœur le plus généreux et le chef d'une famille des plus unies.

» Messieurs, nous unissant à la douleur de ses proches parents et de tous ses amis, je lève la séance en signe de deuil. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSICO-CHIMIE. — *Études sur les piles fondées sur l'action réciproque des liquides oxydants et réducteurs. — Dissolvants communs. — Action des acides sur les bases;* par M. **Berthelot**.

« La formation des acides libres contenus dans les sécrétions animales est un fait bien connu, spécialement pour le suc gastrique, l'urine, le suc musculaire; mais les conditions qui président à ces formations dans l'éco-

nomie vivante sont restées jusqu'ici mal définies. Il n'est pas douteux que l'action chimique de l'oxygène d'une part, celle de l'eau d'autre part, sur les principes immédiats de l'économie ne jouent un rôle essentiel à cet égard. Mais ces causes paraissent insuffisantes pour rendre compte des localisations subites, observables au sein des tissus des glandes. Sans doute, les doubles décompositions des sels de certains acides à fonction complexe, celle des phosphates particulièrement, ont été invoquées à juste titre pour interpréter une partie des effets, notamment dans les sécrétions urinaires : je dis invoquées d'après des considérations d'ordre chimique; car le mécanisme réel qui préside aux phénomènes physiologiques accomplis dans les reins et dans les parois de l'estomac nous est inconnu. En me plaçant au point de vue purement chimique, j'ai tâché, dans d'autres recherches, de préciser cet ordre de réactions, où l'acidité résulte de certaines doubles décompositions, par un ensemble d'expériences méthodiques poursuivies pendant plus d'une année, et que j'ai fait connaître en ces derniers temps à l'Académie.

» Cependant, il existe une condition plus générale de la formation des acides dans l'économie, condition dont l'intervention possible a déjà été signalée *a priori;* je veux parler de l'électrolyse. Cette possibilité ne saurait être contestée, depuis qu'on a constaté l'existence de certains courants électriques dans le corps de l'homme et des animaux; elle peut être appuyée avec plus de certitude par la présence, au sein du corps de la torpille, de systèmes particuliers, fournissant des décharges électriques violentes et comparables à celles des accumulateurs. Mais ce sujet n'a guère été étudié jusqu'à présent.

» Je me propose aujourd'hui d'exposer un certain nombre d'expériences synthétiques, destinées à montrer par quel ordre de réactions chimiques, susceptibles de se produire à l'état normal au sein des tissus des êtres vivants, au moyen des principes immédiats qui les constituent, on peut réussir à mettre en liberté par électrolyse les acides, même les plus énergiques, tels que l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique : acides dont l'existence est constatée en fait, pour l'un d'entre eux, parmi les sécrétions de l'estomac; pour l'autre, à la surface des organes de certains mollusques.

» Rappelons que les sécrétions se produisent dans les parois des glandes et dans des groupes de cellules spéciales, baignées par un sang que la circulation renouvelle incessamment. C'est donc entre les matériaux des organes et ceux du sang, soit directement, soit après une séparation

instantanée, résultant d'une dialyse préalable, que se produisent les réactions chimiques en vertu desquelles sont fabriqués les produits sécrétés; tel est spécialement le cas des acides de l'estomac et de l'urine. Pour prendre une idée de ce mode de réactions, il suffira de dire que le sang renferme à la fois des sels minéraux, comme le chlorure de sodium; des sels organiques formés par des acides dont quelques-uns très faibles, tels que les bicarbonates; des principes immédiats oxydables; enfin, de l'oxygène sous deux formes : l'une est simplement dissoute; l'autre, plus considérable, est faiblement combinée.

» Au cours de leur circulation continue dans les vaisseaux, les globules du sang perdent tour à tour cet oxygène dans l'intérieur du corps, puis le regagnent aux dépens de l'atmosphère, en traversant les poumons.

» Ces données étant connues, les réactions chimiques susceptibles de développer des électrolyses dans l'économie ne sauraient être que les suivantes, qui définissent la constitution des éléments des piles susceptibles de les reproduire :

» Action réciproque de deux dissolutions inégalement concentrées, et réaction d'un acide sur une base soluble, soude ou ammoniaque; ou sur les sels neutres de ces bases, formés soit par le même acide, soit par un autre acide, et réaction d'une base sur les sels neutres de la base. J'ai défini les forces électromotrices des piles fondées sur ces réactions, et montré en même temps que, dans les conditions ordinaires, assimilables à celles observables au sein de l'économie vivante, elles ne paraissent pas susceptibles de fournir un débit électrolytique appréciable et capable de produire les effets chimiques qui y sont réalisés ([1]).

» J'ai été ainsi conduit à étudier l'association aux systèmes précédents des réactions oxydantes et réductrices, compatibles avec l'exercice de la vie et de la stabilité physiologique des organes : ce qui exclut l'intervention des métaux proprement dits et de leurs sels, base de la plupart des piles mises en œuvre par les physiciens.

» J'ai employé comme composé oxydable neutre, comparable à certains égards à l'hémoglobine, l'eau oxygénée, et comme composés facilement

---

([1]) Pour prévenir toute méprise sur les conditions de mes expériences, il paraît utile de déclarer ici que les électrodes dites *à la Wollaston* que je mets en œuvre (ce Recueil, t. CXXXIV, p. 873) sont terminées par de gros fils de platine, dont l'extrémité verticale, plongée au sein du liquide électrolysable, est longue de 20^{mm} environ, au lieu d'être coupée au ras du tube, comme on le fait quelquefois.

oxydables, de l'ordre de ceux qui existent dans l'économie, le glucose, le formol, le pyrogallol, et, dans certains cas, l'acide formique.

» Chaque élément de pile, ainsi constitué par le concours d'une réaction saline proprement dite et d'une réaction d'oxydation ou de réduction, peut être envisagé comme résultant de l'association de deux éléments fondés sur deux ordres de réactions différentes. Cette combinaison est capable de fournir des piles susceptibles d'un débit électrolytique notable, c'est-à-dire de produire un régime régulier et continu de décomposition sensible, assimilable à la sécrétion d'une glande; et c'est ici le lieu de remarquer que l'oxydation produite par l'oxygène électrolytique entre nécessairement dans la détermination de la force électromotrice de la pile, et surtout dans la production d'une électrolyse continue. Mais il n'en est pas de même de l'oxygène libre venu du dehors, tel que celui de l'atmosphère ambiante, celui-ci n'agissant sur le pyrogallol, par exemple, que s'il a été préalablement dissous et amené par diffusion au voisinage de l'électrode négative : c'est-à-dire que l'oxygène dissous à l'origine, — et dont la proportion est, comme on sait, minime, — étant une fois consommé, il ne se renouvelle plus aux dépens de l'atmosphère ambiante qu'avec une extrême lenteur, à moins de recourir à une agitation exceptionnelle.

» Au point de vue thermochimique, c'est-à-dire au point de vue des réactions qui fournissent l'énergie nécessaire pour le débit électrolytique continu des piles, le pyrogallol est particulièrement efficace. En effet, il est susceptible de dégager 50^{Cal} à 60^{Cal}, en absorbant 1 atome d'oxygène; soit que l'oxydation porte sur une molécule entière de pyrogallol, transformable en produits de composition voisine; soit que l'atome d'oxygène soit employé à brûler complètement une fraction de molécule de pyrogallol, telle que $\frac{1}{12}C^6H^6O^3$, en la changeant en eau et acide carbonique; conformément aux réactions de combustion totale accomplies dans le corps humain.

» Dans le cas où l'oxygène n'est pas libre, mais déjà combiné, cette quantité de chaleur peut être diminuée ou augmentée, suivant les circonstances. La première condition arrive lorsque l'oxygène se trouve uni à l'avance à de l'hémoglobine, en dégageant $7^{Cal},6$ par atome. Mais la chaleur pourrait être, au contraire, augmentée, dans des conditions comparables à celles où l'oxygène est fourni par l'eau oxygénée; car il dégage ainsi 21^{Cal} de plus que s'il était libre; soit 70^{Cal} à 80^{Cal} pour le pyrogallol.

» Ces chiffres sembleraient devoir répondre à un accroissement de force électromotrice de 2^{volts} environ, pour l'oxygène libre, et de 3^{volts}, pour

l'oxygène cédé par l'eau oxygénée. Mais ce sont là des valeurs extrêmes, les réactions opérées au cours des chaînes électrolytiques qui déterminent la force électromotrice n'étant pas connues exactement. En fait, d'après mes mesures, le pyrogallol ajouté dans une liqueur acide (acide sulfurique) ou saline (sulfate de soude), extérieure à la pile à l'action de laquelle elle est soumise, abaisse à $0^{volt},8$ environ la force électromotrice qui serait nécessaire pour décomposer l'eau acidulée, ou le sulfate de soude : cette valeur représente 18^{Cal} environ. La chaleur fournie par l'oxydation du pyrogallol, dans ces conditions d'électrolyse extérieure, serait donc à peu près le tiers de celle qui répond à une oxydation totale.

» Ces chiffres mêmes sont supérieurs à l'accroissement de force électromotrice d'un élément de pile, attribuable à l'altération du pyrogallol seul, placé au pôle négatif dans l'intérieur de cet élément; cet accroissement atteignant au maximum $0^{volt},3$ à $0^{volt},4$, dans mes expériences. Ce qui répondrait à 8^{Cal} ou 10^{Cal}. L'accroissement, observable lors de l'intervention simultanée du pyrogallol (au pôle —) et de l'eau oxygénée (au pôle +), n'a pas surpassé $0^{volt},5$; ce qui répondrait à 12^{Cal} environ.

» Entrons maintenant dans le détail de l'exécution des expériences. Les *corps oxydants* et les *corps oxydables* peuvent être *opposés directement* les uns aux autres, de façon à constituer des éléments de pile. Mais en raison du peu de conductibilité électrique des dissolutions des composés précédents, de tels éléments de pile sont peu pratiques. Dès lors, j'ai recouru aux artifices suivants :

» 1° *Addition aux dissolutions des corps précédents d'un agent susceptible de rendre les liqueurs conductrices.* — Si cet agent est employé suivant une proportion identique aux deux pôles de la pile, celle-ci étant chargée avec une dissolution oxydable (ou oxydante) unique, il est clair qu'il ne saurait y avoir courant. Mais le courant électrolytique peut être développé avec une liqueur conductrice identique dans les deux vases, si l'on ajoute le *composé oxydable à un seul pôle*. Il sera particulièrement intense, si l'*agent*, destiné à donner de la conductibilité, *exerce une réaction chimique propre sur le corps oxydable :* par exemple une dissolution de soude, liqueur conductrice dans les deux vases, et du formol à un pôle seulement.

» 2° *A fortiori*, si l'on oppose à deux pôles différents *un corps oxydant* à *un corps oxydable;* ces deux corps étant dissous dans un *liquide conducteur identique*, tel que l'acide sulfurique étendu, ou la dissolution de chlorure de sodium.

» 3° *L'agent commun qui rend les liqueurs conductrices peut être employé*

en proportion inégale dans les deux dissolutions placées autour des pôles : auquel cas il développe par lui-même un courant. Dans cette condition, *le corps oxydable peut être placé à un pôle ou à l'autre, isolément ;* ce qui donne des forces électromotrices différentes.

» 4° Dans ce cas, on peut aussi opposer *le corps oxydable placé à un pôle, à un corps oxydant placé à l'autre pôle.*

» 5° Ce qui nous amènera à un troisième et dernier ordre de phénomènes plus général, c'est-à-dire aux *réactions complexes*, assimilables d'une façon plus étroite avec les conditions réalisables dans l'économie des êtres vivants : deux composés salins distincts (acide, base, ou sel) étant placés aux deux pôles, en même temps qu'un corps oxydant à un pôle; ou bien un corps oxydable à l'autre pôle; ou bien encore un corps oxydant à un pôle et un corps oxydable à l'autre pôle.

» J'ai comparé expérimentalement des piles construites dans chacune des conditions que je viens de distinguer.

EXPÉRIENCES.

1° ET 2° DISSOLVANT COMMUN IDENTIQUE DANS LES DEUX VASES.

» Les dissolvants acides répondaient à la concentration d'un équivalent $E = 5^l$; l'eau oxygénée et le pyrogallol ($M = 5^l$) ont été ajoutés à chaque vase, suivant la proportion en volume du cinquième de celui du dissolvant conducteur, identique dans les deux vases.

» Voici les chiffres obtenus, tels qu'ils ont pu être observés, et sous réserve de la polarisation.

» 1. *Eau pure.* Eau oxygénée H^2O^2, aussi pure que possible; vase intérieur (pôle +) et pyrogallol $C^6H^6O^3$ vase extérieur (pôle —) : $0^{volt},15$.

» 2. *Dissolution étendue de chlorure de sodium.* H^2O^2 seule dans le vase intérieur ou extérieur (pôle +) : $0^{volt},11$ ($2^{Cal},5$).

» Pyrogallol $C^6H^6O^3$ seul dans l'un des deux vases (pôle —) : $0^{volt},25$ (6^{Cal}).

» H^2O^2 dans le vase intérieur (pôle +) et $C^6H^6O^3$ dans le vase extérieur (pôle —) : $0^{volt}.20$ ($4^{Cal},7$).

Dissolvants acides.

» 3. *Dissolution étendue d'acide chlorhydrique.* H^2O^2 seule dans le vase intérieur ou extérieur (pôle +) : $0^{volt},01$; l'autre vase (pôle —).

» $C^6H^6O^3$ seul dans l'un des deux vases (pôle —) : $0^{volt},14$; l'autre pôle +.

» Comme contrôle, l'addition du pyrogallol dans l'autre vase fait tomber à peu près à zéro le voltage : ce qui doit être.

» De même H^2O^2 dans les deux vases.

» Soit enfin H^2O^2 intérieur (pôle +) et $C^6H^6O^3$ extérieur (pôle —) : $0^{volt},24$ ($5^{Cal},7$).

» On voit que l'action du pyrogallol est prépondérante; mais la présence de l'eau oxygénée à l'autre pôle tend à l'accroître.

» 4. *Dissolution étendue d'acide sulfurique.* H^2O^2 seule, vase intérieur (pôle +) : $0^{volt},12$;

» $C^6H^6O^3$ seul, vase extérieur (pôle —) : $0^{volt},20$ ($4^{Cal},1$).

» H^2O^2 intérieur (pôle +) et $C^6H^6O^3$ extérieur (pôle —) : $0^{volt},21$ ($4^{Cal},9$).

» 12 éléments de ce dernier système ($2^{volts},5$) n'ont produit aucune action électrolytique appréciable dans le voltamètre, même avec l'eau acidulée additionnée de pyrogallol.

» 5. *Dissolution étendue d'acide lactique.* H^2O^2 seule, vase intérieur (pôle +) : $0^{volt},01$; $C^6H^6O^3$ vase extérieur seul (pôle —) : $0^{volt},20$.

» H^2O^2 intérieur (pôle +) et $C^6H^6O^3$ extérieur (pôle —) : $0^{volt},20$ ($4^{Cal},7$).

» Les voltages répondant à l'opposition simultanée des deux corps oxydant et oxydable sont, on le voit, peu différents pour les acides précédents. Mais il n'en est pas de même avec les acides plus facilement oxydables.

» 6. *Dissolution étendue d'acide oxalique.* H^2O^2 vase extérieur seul : $0^{volt},02$.

» $C^6H^6O^3$ vase intérieur seul : $0^{volt},045$.

» $C^6H^6O^3$ intérieur et H^2O^2 extérieur : $0^{volt},10$.

» 12 éléments de ce système ($1^{volt},15$) n'ont produit aucun phénomène d'électrolyse; même en ajoutant du pyrogallol dans le voltamètre à l'eau acidulée.

» 7. *Dissolution étendue d'acide formique.* — La polarisation est surtout manifeste avec l'acide formique. En effet, plusieurs essais différents ont donné des valeurs très inégales chaque fois :

		volt		volt Cal
{	$C^6H^6O^3$ intérieur :	0,015;	puis H^2O^2 extérieur...........	0,51 (12,0)
{	H^2O^2 extérieur :	0,51;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur.........	0,53 (12,4)
{	$C^6H^6O^3$ extérieur :	0,33;	puis H^2O^2 intérieur...........	0,66 (15,8)
{	H^2O^2 intérieur :	0,54;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur.........	0,44 (10,4)

» Dans le dernier cas, il semble que les résultats ne sont pas les mêmes, comme ils devraient l'être quand on change l'ordre relatif des actions; c'est-à-dire suivant que l'on ajoute d'abord l'eau oxygénée dans un vase, puis le pyrogallol dans l'autre ou inversement : cette anomalie s'explique d'ailleurs, en supposant que la chaîne de réactions dans le système complet dépend de la première action déterminée par l'agent initial.

» 12 éléments d'un semblable système n'ont déterminé aucune électrolyse appréciable, pour la décomposition de l'acide sulfurique étendu, même avec addition de pyrogallol dans le voltamètre et en faisant le vide : cela soit en opérant avec H^2O^2 dans le vase extérieur seul (6^{volts}); soit en opérant avec $C^6H^6O^3$ dans le vase extérieur seul (4^{volts}); soit avec les deux agents (6^{volts}).

» D'après les essais qui viennent d'être énumérés, les dissolvants acides ne sont pas favorables à la production d'un débit électrolytique efficace.

Dissolvants alcalins.

» 1. *Dissolution étendue de soude.* — L'emploi de la soude ($E = 5^{l}$), comme dissolvant commun dans les deux vases, a fourni des résultats plus significatifs. On a étudié l'action du pyrogallol, du formol et du glucose.

» H^2O^2 dans un vase seul : $0^{\text{volt}},02$, c'est-à-dire absence de réaction sensible.

» *Pyrogallol* $C^6H^6O^3$ dans un vase seul : $0^{\text{volt}},29$ et $0^{\text{volt}},32$ ($7^{\text{Cal}},2$).

$C^6H^6O^3$ intérieur :	volt 0,40;	puis H^2O^2 extérieur...	volt 0,27	($9^{\text{Cal}},4$ au début, puis $6^{\text{Cal}},4$)
H^2O^2 extérieur :	0,03;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur.	0,29	
$C^6H^6O^3$ extérieur :	0,32;	puis H^2O^2 intérieur...	0,27	
H^2O^2 intérieur :	0,07;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur.	0,26	

» Essais d'électrolyse :

» $C^6H^6O^3$ seul à un pôle. 12 éléments de ce système ($4^{\text{volts}},0$) déterminent la formation lente des gaz dans le voltamètre à acide sulfurique étendu, sous une pression de $0^{\text{m}},03$. Ils produisent également la séparation de l'acide et de la base dans une dissolution de sulfate de soude (pression $0^{\text{m}},76$).

» Soient maintenant $C^6H^6O^3$ à un pôle, H^2O^2 à l'autre : $0^{\text{volt}},28$ ($6^{\text{Cal}},6$).

» 12 éléments de ce système ($3^{\text{volts}},4$) déterminent l'apparition des gaz dans l'acide sulfurique étendu du voltamètre, même sous la pression $0^{\text{m}},76$.

» Sous une pression réduite à $0^m,03$, ce dégagement est rapide. On observe aussi la décomposition de SO^4Na^2 en acide et base.

» On remarquera l'action accélératrice, produite ici par l'addition de l'eau oxygénée, avec un voltage résultant peu différent, et même moindre, que celui dû au pyrogallol seul.

» Les effets de polarisation sont d'ailleurs très accusés avec ce système.

» *Formol* (CH^2O) dans le vase intérieur seul : $0^{volt},48$ ($11^{Cal},7$). La soude, dissolvant commun, dans les deux vases.

» 6 éléments de ce système ($2^{volts},9$) et même 4 éléments ($1^{volt},9$) suffisent pour décomposer l'acide sulfurique étendu dans le voltamètre, sous la pression de $0^m,76$, ainsi que le sulfate de soude (en acide et base).

» *Glucose* ($C^6H^6O^3$) dans le vase intérieur : $0^{volt},05$. On place alors de l'eau oxygénée H^2O^2 dans le vase extérieur, le voltage tombe à $0^{volt},005$; polarisation.

» 2. *Dissolution étendue de bicarbonate de soude.* — Pyrogallol dans l'un des vases seulement, ou pyrogallol à un pôle, H^2O^2 à l'autre pôle. Pas d'électrolyse appréciable avec 12 éléments.

» 3. *Dissolution étendue de formiate de soude.* — H^2O^2 dans l'un des vases seulement; ou H^2O^2 à un pôle et pyrogallol à l'autre pôle. Pas d'électrolyse appréciable avec 12 éléments.

» 4. *Dissolution étendue d'ammoniaque.* — Le rôle de l'ammoniaque comme dissolvant commun a présenté une efficacité électrolytique analogue à celle de la soude, quoique moins prononcée dans le cas suivant.

» *Pyrogallol*, vase intérieur seul.

» 12 éléments de ce système ($3^{volts},2$) sans action électrolytique sur l'acide sulfurique étendu, même à la pression $0^m,03$.

» On ajoute H^2O^2 dans le vase extérieur :

» 12 éléments de ce système ($3^{volts},2$) et même 8 éléments ($2^{volts},1$) décomposent maintenant l'acide sulfurique étendu, avec apparition de gaz aux deux pôles. Le sulfate de soude est aussi décomposé en acide et base.

» Ces résultats établissent l'efficacité électrolytique dont sont susceptibles — dans une pile renfermant des agents réducteurs et, quoique à un moindre degré, des agents oxydants — les milieux alcalins qui se rencontrent au sein de l'économie des êtres vivants.

» Voici maintenant des piles où le corps soit oxydant, soit réducteur joue le rôle de dissolvant commun.

» *Dissolution étendue d'eau oxygénée.* — 1 molécule H^2O^2 dans 5^l,

acide formique dans le vase poreux seul, 12 éléments. Au début, l'eau acidulée du voltamètre, sous une pression de $0^m,015$, manifeste un dégagement gazeux intermittent et par bouffées rapides. Mais ce dégagement gazeux cesse après 2 ou 3 minutes, en raison de la polarisation.

» *Dissolution étendue de pyrogallol.* — Dans un élément de pile constitué par l'opposition de deux liquides salins, tel que ceux étudiés dans le premier Mémoire (ce Volume, p. 800 et suivantes), si l'on ajoute du pyrogallol au pôle négatif constitué par les solutions alcalines ou analogues, il accroît en général la force électromotrice; tandis que le pyrogallol placé au pôle positif la diminue et provoque souvent des phénomènes de polarisation.

» Si le pyrogallol est placé simultanément aux deux pôles, avec une même concentration, de façon à jouer le rôle de dissolvant commun, la force électromotrice est voisine de celle observable dans le cas où le pyrogallol existe seulement au pôle négatif. Je citerai seulement l'exemple que voici, entre plusieurs du même ordre :

» Pile constituée par $NaCl + 10H^2O$ (pôle +) et $NaCl + 200H^2O$ (pôle —), 1 élément : $0^{volt},12$.

» On ajoute du pyrogallol seulement au pôle — : $0^{volt},20$.

» On ajoute du pyrogallol seulement au pôle + primitif : $0^{volt},004$; pôles renversés.

» Pour chacun des éléments ci-dessus, on ajoute ensuite du pyrogallol au second pôle (c'est-à-dire dans les deux vases) : $0^{volt},21$.

» Dans le second cas, en particulier, la polarisation disparaît et les pôles sont rétablis.

» Dans la plupart des cas, cependant, le voltage est diminué, en raison de l'effet polarisant exercé par le pôle positif (voir plus loin : *Acide lactique et bicarbonate de soude*).

3° et 4° Dissolvant conducteur, renfermant les mêmes composants, avec concentration différente aux deux pôles.

» Je n'ai étudié qu'un seul exemple, celui du *chlorure de sodium;* il fournit des particularités intéressantes, exposées à la page précédente. Il suffira d'ajouter les faits qui suivent :

» Pyrogallol extérieur (pôle —) : $0^{volt},20$; puis H^2O^2 intérieur (pôle +) : $0^{volt},23$.

» 24 éléments de ce système ($5^{volts},7$) n'ont pas produit d'électrolyse appréciable.

» Ce résultat négatif, comparé aux précédents, observés avec les dissolutions alcalines, ainsi qu'à ceux qui vont suivre, montre bien la nécessité d'établir une certaine chaîne de réactions convenables, pour réaliser un débit électrolytique.

5° Réactions complexes.

» Je désigne sous ce nom les piles dans lesquelles on fait concourir à la fois les réactions simples de neutralisation et analogues, avec les réactions oxydantes et réductrices, prises séparément ou simultanément. Dans ces derniers cas, l'énergie de chaque élément de pile peut être envisagée comme la résultante de plusieurs actions simultanées, savoir :

» La réaction simple de neutralisation;

» La réaction qui résulterait de l'opposition entre les corps oxydants et les corps réducteurs, envisagés séparément;

» Et les réactions qui résulteraient de l'attaque de chacun des corps intervenant dans la réaction simple, d'une part avec le corps réducteur, et d'autre part avec le corps oxydant.

» Chacune de ces réactions, envisagée séparément, serait susceptible de former un élément de pile. Mais leur superposition ne donne pas lieu à la simple addition des énergies électrolytiques, attribuables à la somme des réactions isolées, parce que leur résultante implique une certaine coordination, un certain enchaînement, qui se traduit par la variation du débit électrolytique. Les conditions susceptibles de rendre ce débit efficace, c'est-à-dire susceptibles de produire des effets d'électrolyse sensibles plus ou moins intenses, présentent une importance toute particulière, en raison de leur application à la chimie des sécrétions et plus généralement à celle des phénomènes physiologiques.

» Envisageons successivement chacune des réactions simples que nous avons étudiées jusqu'ici, en y ajoutant l'influence des agents réducteurs et celle des agents oxydants, pris séparément ou simultanément, et en étudiant les forces électromotrices et l'aptitude à un débit électrolytique.

Acide libre et alcali libre.

» 1. *Acide sulfurique étendu :* NaOH et SO^4H^2. Dans le vase intérieur, l'alcali, pôle — ; dans le vase extérieur, l'acide, pôle +. 1 élément : $0^{volt},60$ ($14^{Cal},2$).

» On ajoute :

$C^6H^6O^3$ dans le vase intérieur seul. $0^{volt},80$ ($18^{Cal},9$); puis H^2O^2 extérieur.... $0^{volt},85$ ($19^{Cal},4$)
H^2O^2 extérieur.................. $0^{volt},45$ ($10^{Cal},6$); puis $C^6H^6O^3$ intérieur. $0^{volt},82$ ($19^{Cal},8$)

» Chaque composant est ainsi ajouté à son pôle normal. La force électromotrice du système simple est accrue par le pyrogallol initial, mais diminuée par l'eau oxygénée initiale.

» Les deux additions successives répondent à un accroissement de force électromotrice, ce résultat final étant identique, dans les mesures d'erreur bien entendu.

» Procédons maintenant en sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ d'abord extérieur...	$0^{volt},30$ ($7^{Cal},1$);	ensuite H^2O^2 intérieur...	$0^{volt},42$ ($9^{Cal},9$)
H^2O^2 intérieur.............	$0^{volt},63$ ($14^{Cal},9$);	puis $C^6H^6O^3$ extérieur...	$0^{volt},43$ ($10^{Cal},1$)

» La grandeur des forces électromotrices est ici très influencée par la polarisation. Celle-ci d'ailleurs agit, dans tous les cas, pour abaisser rapidement le voltage. En effet, dans les essais d'électrolyse : 12 éléments réunis du système fourni par $SO^4H^2 + NaOH$ seuls n'ont plus fourni, après quelques minutes, que 5^{volts}, au lieu de 7^{Cal}, calculées d'après la mesure initiale. Ces 12 éléments ne produisaient, comme il a été dit plus haut, aucune électrolyse extérieure, même sur un voltamètre renfermant du pyrogallol.

» Au contraire, après addition de pyrogallol au pôle intérieur seul, 12 éléments ont donné un voltage de $8^{volts},8$ (au lieu de $9^{volts},6$ calculés). Ils décomposaient alors l'acide sulfurique étendu dans le voltamètre, sous une pression de $0^{mm},76$, et cela très vivement. Mais cette action a baissé au bout de quelques minutes.

» 2. *Acide chlorhydrique et soude :*

NaOH	+	HCl		
vase intérieur alcalin, pôle + ;		vase extérieur acide, pôle —	1 élément.....	$0^{volt},45$ ($10^{Cal},6$)

» On ajoute

$C^6H^6O^3$ vase intérieur..	$0^{volt},75$ ($17^{Cal},7$);	puis H^2O^2 vase extérieur...	$0^{volt},88$ ($19^{Cal},1$)
H^2O^2 vase extérieur....	$0^{volt},50$ ($11^{Cal},8$);	puis $C^6H^6O^3$ vase intérieur.	$0^{volt},88$ ($19^{Cal},1$)

» Ici chaque nouveau composant est ajouté à son pôle normal. La force électromotrice est accrue successivement par chaque addition, jusqu'à une limite identique. Cependant l'influence initiale du réducteur est bien plus marquée.

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ vase extérieur.	$0^{volt},31$ ($7^{Cal},3$);	puis H^2O^2 intérieur....	$0^{volt},40$ ($9^{Cal},4$)
H^2O^2 vase intérieur...	$0^{volt},42$ ($9^{Cal},8$);	puis $C^6H^6O^3$ extérieur..	$0^{volt},40$ ($9^{Cal},4$)

» La force électromotrice est diminuée, comme plus haut, par la première addition du corps réducteur au pôle + ; celle du corps oxydant ayant peu d'influence. Après les deux additions successives, la force électromotrice (identique finalement) demeure voisine de celle développée par la réaction simple de l'acide sur la base. Les valeurs diffèrent peu de celles obtenues avec SO^4H^2, au lieu de HCl.

» 3. *Acide oxalique et soude :*

NaOH vase intérieur alcalin, pôle — ;	+	$C^2H^2O^4$ acide oxalique vase extérieur acide, pôle +	1 élément... $0^{volt},46$ ($10^{Cal},6$)

» On ajoute

$C^6H^6O^3$ intérieur seul.	$0^{volt},88$ ($20^{Cal},8$);	puis H^2O^2 extérieur..	$0^{volt},82$ ($19^{Cal},4$)
H^2O^2 extérieur seul...	$0^{volt},45$ ($10^{Cal},6$);	puis $C^6H^6O^3$ intérieur.	$0^{volt},82$ ($19^{Cal},4$)

» On voit que l'eau oxygénée a peu d'influence; tandis que l'agent réducteur est très efficace.

» En sens contrarié, polarisation :

$C^6H^6O^3$ extérieur seul.	$0^{volt},30$;	puis H^2O^2 intérieur.....	$0^{volt},37$
H^2O^2 intérieur seul...	$0^{volt},58$;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur...	$0^{volt},37$

» Les valeurs sont du même ordre qu'avec SO^4H^2 et HCl.

» Essais électrolytiques. — On a vu qu'avec 12 éléments du système primitif (5 volts) sans addition de pyrogallol, résultats nuls.

» 12 éléments de ce système avec H^2O^2 dans le vase extérieur (5 volts), résultat nul, même sous pression réduite.

» Au contraire, 6 éléments du système avec : pyrogallol intérieur seul (5 volts), c'est-à-dire voltage sensiblement le même que précédemment. Cette fois, l'eau acidulée du voltamètre est décomposée avec dégagement gazeux lent, sous la pression $0^m,76$; plus rapidement dans le vide.

» 4 éléments de ce même système avec pyrogallol seul dans la pile ($3^{volts},5$), rien. Mais en ajoutant du pyrogallol dans le voltamètre, il y a un dégagement d'hydrogène, faible sous une pression de $0^m,76$; plus sensible dans le vide.

» 4 éléments du système obtenu avec $C^6H^6O^3$ intérieur et H^2O^2 extérieur (3 volts, au lieu de 4 volts calculés au début). L'eau acidulée dans le voltamètre dégage des gaz aux deux pôles, dans le vide; et même, quoique faiblement, sous la pression $0^m,76$.

» 3 éléments de ce même système avec $C^6H^6O^3$ et H^2O^2, chacun à son pôle normal. L'eau acidulée dans le voltamètre ne fournit plus rien;

mais si l'on y ajoute du pyrogallol, il se dégage encore de l'hydrogène. Celui-ci apparaît même avec deux éléments, cette fois dans le vide.

» Enfin, avec 1 élément, rien n'est plus sensible. C'est d'ailleurs la limite d'action observée avec la force électromotrice minima correspondant à cette réaction ($0^{\text{volt}},8$).

» Les mêmes expériences ont été répétées en remplaçant le pyrogallol par le *glucose*.

» Le glucose seul, placé dans le vase intérieur, n'a rien fourni avec 12 éléments.

» Mais en plaçant du glucose dans le vase intérieur et de l'eau oxygénée dans le vase extérieur, 12 éléments de ce système (4^{volts}) ont décomposé facilement l'acide sulfurique, sous une pression de $0^{\text{m}},02$. Ils ont aussi décomposé le sulfate de soude en acide et base :

» 4. *Acide acétique et soude*, $NaOH + C^2H^4O^2$ ($0^{\text{volt}},48$) :

$C^6H^6O^3$ intérieur.....	$0^{\text{volt}},85$;	puis H^2O^2 extérieur.....	$0^{\text{volt}},81$
H^2O^2 extérieur.......	$0^{\text{volt}},45$;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur...	$0^{\text{volt}},82$

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ extérieur.....	$0^{\text{volt}},30$;	puis H^2O^2 intérieur.....	$0^{\text{volt}},36$
H^2O^2 intérieur........	$0^{\text{volt}},58$;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur...	$0^{\text{volt}},37$

Valeurs analogues à celles des acides précédents.

» 5. *Acide lactique et soude*, $NaOH + C^3H^6O^3$:

$C^6H^6O^3$ intérieur.....	$0^{\text{volt}},87$;	puis H^2O^2 extérieur.....	$0^{\text{volt}},87$
H^2O^2 extérieur.......	$0^{\text{volt}},47$;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur...	$0^{\text{volt}},85$

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ extérieur.....	$0^{\text{volt}},30$;	puis H^2O^2 intérieur....	$0^{\text{volt}},40$
H^2O^2 intérieur........	$0^{\text{volt}},57$;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur..	$0^{\text{volt}},40$

Valeurs analogues à celles des acides précédents.

» Essais électrolytiques. — Acide + soude, seuls; 12 éléments. Rien, même dans le vide et avec pyrogallol ajouté dans le voltamètre.

» *Pyrogallol* intérieur seul ajouté dans la pile. 6 éléments de ce système ($5^{\text{volts}},2$). L'électrolyse de l'eau acidulée du voltamètre n'était pas sensible sous la pression $0^{\text{m}},76$; mais elle est nette sous $0^{\text{m}},03$.

» Avec 4 éléments de ce même système ($3^{\text{volts}},5$). Quelques bulles rares dégagées dans l'eau acidulée sous la pression $0^{\text{m}},03$; SO^4Na^2 décomposé aussi en acide et base.

» Pyrogallol intérieur + H^2O^2 extérieur : 4 éléments de ce système ($3^{volts},5$). Électrolyse nette dans le vide; sensible même sous la pression $0^m,76$.

» Donc, l'addition d'eau oxygénée active, comme toujours, le phénomène.

» *Formol* intérieur : 1 élément = $0^{volt},85$. 4 éléments de ce système ($3^{volts},4$) : Électrolyse de l'eau acidulée, quelques bulles sous la pression $0^m,76$; nette à $0^m,03$. SO^4Na^2 décomposé en acide et base.

» Formol intérieur + H^2O^2 extérieur : 1 élément = $0^{volt},94$. 4 éléments de ce système ($3^{volts},8$). Électrolyse nette sous la pression $0^m,03$.

» *Glucose* intérieur seul ; 10 éléments, rien.

» Glucose intérieur + H^2O^2 extérieur : 10 éléments. Électrolyse de l'eau acidulée faible, même dans le vide. Avec 6 éléments du même système, rien de sensible.

» Tous ces résultats conduisent aux mêmes conclusions. Les résultats numériques mêmes diffèrent peu d'un acide à l'autre; ce qui montre la presque identité des réactions qui déterminent, dans les cas de ce genre, les forces électromotrices.

» 6. *Acide azotique et soude*. NaOH + AzO^3H. — 1 élément = $0^{volt},56$.

$C^6H^6O^3$ intérieur.....	$0^{volt},75$;	puis H^2O^2 extérieur.....	$0^{volt},84$
H^2O^2 extérieur.......	$0^{volt},52$;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur...	$0^{volt},84$

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ extérieur.....	$0^{volt},33$;	puis H^2O^2 intérieur.....	$0^{volt},37$
H^2O^2 intérieur........	$0^{volt},45$;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur...	$0^{volt},37$

» Résultats analogues aux autres acides; ce qui montre que l'action oxydante de l'acide azotique intervient peu, dans ces conditions de température et de dilution.

» Voici maintenant les essais électrolytiques :

» *Pyrogallol* seul dans le vase intérieur.

» 4 éléments de ce système (3^{volts}). L'acide sulfurique étendu dans le voltamètre, sous pression réduite, est nettement électrolysé.

» 3 éléments du même système ($2^{volts},2$). Pas de gaz avec l'acide sulfurique étendu. Mais la décomposition de SO^4Na^2 est nette en acide et base.

» *Formol* seul dans le vase intérieur.

» 6 éléments de ce système ($4^{volts},2$). L'acide sulfurique (pression $0^m,03$) donne lieu à un dégagement actif de gaz.

» 4 éléments du même système ($2^{volts}, 8$). Dégagement gazeux encore net, même sous la pression $0^m, 76$. — SO^4Na^2 décomposé en acide et base.

» Formol dans le vase extérieur seul; 1 élément $= 0^{volt}, 35$.

» 10 éléments, rien. Mais avec 14 éléments (5^{volts}), l'acide sulfurique étendu dans le vide commence à donner quelques bulles.

» Aussi le formol, par exception, paraît fournir des résultats efficaces aux deux pôles : sans doute parce qu'il est attaqué tant par la base que par l'acide, quoique avec des produits différents.

» *Glucose* seul dans le vase intérieur.

» 12 éléments de ce système ($5^{volts}, 3$). Indices de réaction avec SO^4Na^2 seulement (en acide et base).

» 7. *Acide formique et soude.* $NaOH + CH^2O^2$. — Polarisation.

$C^6H^6O^3$ intérieur. $0^{volt}, 35$ à	$0^{volt}, 53$;	puis H^2O^2 extérieur......	$0^{volt}, 85$
H^2O^2 extérieur............	$0^{volt}, 45$;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur....	$0^{volt}, 83$

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ extérieur.........	$0^{volt}, 33$;	puis H^2O^2 intérieur......	$0^{volt}, 39$
H^2O^2 intérieur............	$0^{volt}, 16$;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur....	$0^{volt}, 23$

» Les effets directs sont conformes à ceux des autres acides organiques. En sens contrarié, l'eau oxygénée employée d'abord donne des anomalies.

» On remarquera que la polarisation, si sensible dans le cas de l'acide opposé à la base seule, cesse d'être manifeste lors des actions directes de réduction; mais il en subsiste quelque chose dans les actions contrariées.

» Essais électrolytiques.

» *Pyrogallol* intérieur seul.

» 6 éléments de ce système ($3^{volts}, 2$). Décomposition faible de l'eau acidulée dans le voltamètre.

» 4 éléments de ce système ($2^{volts}, 1$). La décomposition de l'acide étendu seul n'est pas visible. Mais, si l'on y ajoute du pyrogallol dans le voltamètre, l'hydrogène apparaît. La décomposition de SO^4Na^2 en acide et base est manifeste après quelque temps.

» Pyrogallol intérieur + H^2O^2 extérieur.

» 3 éléments de ce système (2^{volts}). La décomposition de l'eau acidulée est nette sous la pression $0^m, 03$. De même, avec addition de pyrogallol dans le voltamètre, H apparaît.

» *Formol* intérieur seul; 1 élément $= 0^{volt}, 89$.

» 3 éléments de ce système décomposent SO^4H^2 étendu même sous la pression $0^m, 76$; ainsi que SO^4Na^2 en acide et base.

» 2 éléments du même système ne décomposent pas SO^4H^2 étendu seul; mais avec addition de pyrogallol, H se dégage. SO^4Na^2 est décomposé en acide et base.

» *Glucose* intérieur et H^2O^2 extérieur.

» 12 éléments de ce système (4^{volts}) décomposent faiblement l'eau acidulée (pression $0^m,05$); plus nettement, en formant H seul par l'addition de pyrogallol.

» 6 éléments du même système. La décomposition de l'eau acidulée est douteuse. Celle de SO^4Na^2 en acide et base est manifeste.

» Terminons par les expériences faites en employant l'ammoniaque comme alcali.

» 8. *Ammoniaque et acide chlorhydrique.*

AzH^3	+	HCl : $0^{volt},38$
vase intérieur alcalin, pôle —;		vase extérieur acide, pôle +.

» Pyrogallol, vase intérieur seul : $0^{volt},69$; vase extérieur seul : $0^{volt},27$.

	volt		volt
Pyrogallol intérieur......	0,69;	puis H^2O^2 extérieur	0,78
H^2O^2 extérieur..........	0,46;	puis pyrogallol intérieur ..	0,76

» En sens contrarié :

Pyrogallol extérieur.....	0,27;	puis H^2O^2 intérieur.......	0,31
H^2O^2 intérieur..........	0,46;	puis pyrogallol extérieur ..	0,31

» Électrolyse :

» *Pyrogallol*, au pôle — seul : avec 8 éléments de ce système (5^{volts}, 5).

» Électrolyse de SO^4H^2 étendu : sous la pression $0^m,76$, elle est invisible; mais à $0^m,03$, gaz nets.

» 6 éléments du même système ($4^{volts},1$). Indice de décomposition de l'acide dans le vide. SO^4Na^2 décomposé en acide et base.

» Pyrogallol intérieur et H^2O^2 extérieur.

» 4 éléments de ce système (3^{volts}). SO^4H^2 étendu, pression $0^m,03$: gaz aux deux pôles. SO^4Na^2 décomposé en acide et base.

» *Formol* intérieur seul : $0^{volt},16$. 12 éléments de ce système, pas d'électrolyse appréciable; rien, même en ajoutant du pyrogallol dans le voltamètre.

» Formol intérieur + H^2O^2 extérieur : $0^{volt},31$.

» 10 éléments ($3^{volts},1$), rien.

» 16 éléments (5^{volts} environ) : dégagement de gaz faible dans le voltamètre. Indice de décomposition de SO^4Na^2 en acide et base.

» Il y a donc avec l'ammoniaque une différence considérable entre les deux réducteurs, pyrogallol et formol, en raison de la différence des réactions chimiques; contrairement à ce qui arrive avec la soude.

» Avant de conclure, il est nécessaire d'examiner les systèmes de pôle autres que ceux qui résultent de la neutralisation d'un acide par une base. »

MÉDECINE. — *Sur le traitement des fièvres palustres par l'arsenic latent.* Note de M. Armand Gautier.

« Lorsque, en février dernier (1), je faisais connaître à l'Académie les résultats très favorables que j'avais obtenus dans le traitement des fièvres palustres les plus tenaces par le méthylarsinate de soude, je n'avais encore que 9 observations de malariques, ayant tous, il est vrai, contracté leurs fièvres dans le milieu essentiellement dangereux des environs de Constantine. Aujourd'hui, je puis m'appuyer sur 23 observations de paludéens d'Algérie, de Tunisie, du Maroc, de l'Inde, des côtes de Bretagne, qui tous, restés réfractaires à la quinine, ont été soignés et guéris par la médication arrhénique.

» Sur ces 23 malades atteints de fièvres palustres tenaces, ayant tous subi, avant le nouveau traitement, de nombreuses rechutes, malgré l'administration de doses élevées de sels de quinine (doses de 1 gramme à 2 grammes plusieurs fois répétées), 10 avaient des fièvres du type tierce, 8 du type double tierce, 2 des types quarte et triple quarte, 3 de types quotidiens ou indéterminés. Ces rapports de fréquence entre les divers modes de la malaria ne sont heureusement pas ceux qu'on observe généralement. On sait que la fièvre tierce est de beaucoup la plus fréquente. Mais, comme nous avons été conduit à tenter la cure des cas les plus tenaces, des cas à rechutes qui avaient résisté à la médication quinique, et que les types quarte, double quarte et double tierce sont tout particulièrement difficiles à guérir, on comprend pourquoi ils se rencontrent dans nos observations en nombre relatif exagéré. Il ne faudrait donc pas comparer, au point de vue de l'efficacité du traitement, notre petite statistique portant sur 23 malades à d'autres plus générales comprenant tous les cas qui se sont présentés d'emblée successivement, et dans lesquels prédominent les fièvres tierces de beaucoup les plus accessibles à l'action de la

(1) Voir ce Volume, p. 329.

quinine. Nous insistons encore sur cette circonstance que nous n'avons opéré que sur les cas rebelles chez lesquels l'emploi répété de la quinine avait échoué même à haute dose et après plusieurs mois.

» Les conclusions qui résultent de nos 23 observations, que nous publierons ailleurs en détail, sont les suivantes :

» *Sur* 10 *cas de fièvre tierce*, nous avons eu quatre fois une légère rechute. Six fois il a suffi de une à trois injections successives du médicament à la dose de 5 à 10 centigrammes pour faire disparaître définitivement l'hématozoaire et la maladie.

» Dans ces 10 cas, la longueur moyenne des rémissions [1] obtenues par le traitement intensif aux sels de quinine a été de 11 *jours et demi*.

» La longueur moyenne des rémissions dues à la médication arrhénique a été de plus de 58 *jours pour ces mêmes malades*.

» L'efficacité du méthylarsinate de soude mesurée par la longueur de ces rémissions paraît donc être, dans le cas des fièvres tierces tenaces, environ cinq fois plus grande que celle des sels de quinine, que ces médicaments soient pris d'ailleurs l'un ou l'autre par la bouche ou en injections sous-cutanées.

» *Dans les deux cas de fièvre quarte* observés, l'hématozoaire spécifique n'a disparu qu'après 4 ou 5 injections successives de méthylarsinate (de 10 à 20 centigrammes par injection).

» Les rémissions ont été de 15 jours en moyenne avec la quinine, de 30 avec le méthylarsinate. L'avantage est donc encore à ce dernier sel, mais cet avantage est ici moins prononcé que dans les cas des fièvres tierces.

» Dans les *huit cas de fièvre double tierce*, il y a eu aussi des rechutes, et il a fallu chaque fois, en moyenne, trois injections consécutives du sel arsinique pour voir disparaître peu à peu l'hématozoaire spécifique.

» La longueur moyenne des rémissions obtenues dans ces cas a été, avec la quinine, de 19 jours; par la méthode arsinique, de 23 jours.

» L'avantage du nouveau traitement paraîtrait ici peu sensible si l'on ne tenait compte de ce que, en même temps que l'arsenic latent détruit l'hématozoaire, il excite la reproduction de globules rouges, fait remonter l'appétit et disparaître rapidement la cachexie palustre qui, dans ces cas à rechute, débilite si profondément les sujets.

---

[1] Intervalles d'apyrexie entre deux rechutes ayant duré plus de 2 à 3 jours.

» Dans les *fièvres à type quotidien ou indéterminé,* le méthylarsinate de soude a donné une rémission moyenne de 41 jours au lieu de 8 à 10 jours lorsque, chez ces mêmes malades, on s'adressait à la quinine.

» Quel que soit le type de la maladie paludéenne contracté, dès qu'on a administré le sel arsinique, si la fièvre n'est pas coupée dès le lendemain, on voit les accès diminuer d'intensité, comme longueur et température, et s'affaiblir rapidement à un tel degré qu'ils finissent par passer inaperçus du malade. En même temps, et dès les 6 à 8 premières heures, les hématozoaires diminuent rapidement et, dans l'espace de 1 à 2 jours, ils disparaissent, désagrégés et digérés qu'ils sont par les grands globules mononucléaires, soit qu'ils aient été d'abord présents sous la forme petite d'invasion produisant souvent des accès quotidiens tenaces et dangereux, soit qu'ils existent sous la forme grande et pigmentée des accès tierces.

» Comme la quinine, le méthylarsinate de soude produit une leucocytose défensive puissante, doublant et plus le nombre des leucocytes et faisant monter la proportion des grands mononucléaires jusqu'à 28 et 30 pour 100 globules blancs. Ce sont ces grands mononucléaires qui paraissent exercer plus particulièrement l'action parasiticide et défensive.

» *Mode d'emploi du sel arsinique.* — La façon dont on emploie le médicament influe beaucoup sur son efficacité.

» Il doit être donné 18 à 24 heures avant l'accès probable, par la bouche ou par injections hypodermiques aux mêmes doses. Dans les cas très graves, la voie sous-cutanée est préférable. On peut l'administrer sans inconvénient en plein accès.

» On doit éviter de forcer les doses et de continuer trop longtemps le médicament; il m'a paru que les fortes doses prolongées plus de 5 à 6 jours diminuent la polynucléose défensive.

» *Dans la fièvre tierce simple,* donner 10 à 15 centigrammes de méthylarsinate la veille de l'accès probable, puis 10 centigrammes le lendemain de l'accès et encore 2 jours après. Revenir aux mêmes doses après 6 jours de repos et, une troisième fois, après 6 autres jours, en recommençant toujours la veille de l'accès possible.

» *Dans la fièvre quarte,* commencer l'avant-veille de l'accès probable par 5 centigrammes, la veille donner 20 centigrammes, puis 5 centigrammes, 20 centigrammes et 10 centigrammes les 3 jours suivants; recommencer 6 jours après, de façon à redonner 20 centigrammes la veille de l'accès possible; reprendre une dernière fois, en suivant la même règle, après un intervalle de 6 jours de repos.

» *Pour la double tierce,* le méthylarsinate de soude doit être donné 5 jours de suite aux doses successives de 5, 10, 15, 15 et 10 centigrammes, la plus haute dose étant administrée toujours la veille de l'accès possible; on répétera 7 jours et 15 jours après.

» Dans les formes pernicieuses, l'injection sous-cutanée de 20 à 25 centigrammes

doit être faite immédiatement en plein accès. Peut-être, dans ce cas, pourra-t-on recourir au traitement mixte quinique et arrhénique.

» Ces règles un peu compliquées dérivent des observations faites sur les 23 malades précités; elles tiennent compte des intervalles de rémission observés chez eux au cours du traitement. Mais elles s'appliquent surtout aux cas tenaces où la fièvre tend à reparaître à intervalles plus ou moins longs.

» En général, une seule série de quatre injections, ou prises, du médicament suffit dans les cas les plus ordinaires.

» Chez les femmes et les personnes affaiblies, les doses précédentes doivent être diminuées d'un tiers.

» Le thermomètre doit toujours guider le médecin et le malade, qui reviendront prudemment à l'arrhénal dès que la température atteindra 37°,5 dans l'aisselle.

» Au moment où la saison verno-estivale va, comme chaque année, ramener dans le bassin méditerranéen l'éclosion de nombreux cas de paludisme avec leurs types mal délimités du début et leurs formes graves, souvent pernicieuses, j'ai cru nécessaire de faire connaître la marche qui m'a paru la plus efficace pour combattre un fléau qui fait d'innombrables victimes. De toutes les maladies connues, la malaria est celle qui contribue à rendre inhabitable à l'homme la plus vaste surface des continents. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Culture des betteraves fourragères au champ d'expériences de Grignon, en* 1900 *et* 1901. Note de MM. **P.-P. Dehérain** et **C. Dupont**.

« L'un de nous a fait connaître récemment à l'Académie [1] les avantages que présente la culture des betteraves fourragères à de faibles écartements, avantages qui ont été reconnus par de nombreux expérimentateurs disséminés dans toutes les régions de la France.

» Ce premier point étant acquis : en semant les betteraves à de faibles écartements, on les obtient riches en matière sèche et en sucre; il reste à préciser quelles variétés il convient de substituer aux grosses fourragères aqueuses qu'on recueillait naguère et, en outre, à quelles distances doivent

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 17 mars 1902, p. 635.

être placées les lignes et à quel écartement, enfin, les racines doivent être maintenues dans ces lignes.

» Ces questions ont été étudiées à Grignon depuis plusieurs années; nous nous occupons seulement aujourd'hui des deux récoltes de 1900 et de 1901; les deux saisons ayant été très différentes ont exercé, sur l'abondance des produits, des influences qu'il est intéressant de faire connaître, car on en tire des conclusions d'une portée générale.

» *Année* 1900. — La période pendant laquelle végètent les betteraves a été remarquablement sèche; de la fin de mars au commencement d'octobre, on n'a recueilli à Grignon que 160^{mm} d'eau; aussi les récoltes n'ont-elles été que médiocres.

» On a mis en comparaison trois variétés : deux nouvelles : la *Géante demi-sucrière blanche*, la *Géante demi-sucrière rose*, venant l'une et l'autre de la maison Vilmorin, et la *Globe à petites feuilles*, qui nous paraît être la meilleure des anciennes fourragères.

» Pendant cette année sèche : la Géante demi-sucrière rose s'est montrée très supérieure aux deux autres; elle a donné en moyenne 39160^{kg} de racines à l'hectare, correspondant à 8725^{kg} de matière sèche et à 5396^{kg} de sucre; les Géantes blanches sont restées à 28875^{kg} à l'hectare, contenant 6170^{kg} de matière sèche et 3792^{kg} de sucre. Les Globes à petites feuilles ont donné seulement 27100^{kg} à l'hectare renfermant 5921^{kg} de matière sèche et 3946^{kg} de sucre. Les deux variétés : Demi-sucrière blanche et Globe sont donc mal adaptées aux climats secs; on en a eu une preuve bien marquée pour la Globe; en effet, on a arrosé deux parcelles et, bien que la quantité d'eau distribuée ait été restreinte, la récolte est montée à 44700^{kg} avec 8633^{kg} de matière sèche et 5345^{kg} de sucre.

» L'espacement le plus favorable pour la Géante rose a été de 40^{cm} entre les lignes et 35^{cm} entre les racines.

» *Année* 1901. — Nous avons recueilli à Grignon, de fin mars à fin septembre, $382^{mm},4$ d'eau, inégalement répartie; la fin de juillet a été très humide : il est tombé 170^{mm} de pluie, et ce puissant arrosage a exercé sur les betteraves une influence très favorable.

» Les récoltes ont été très fortes. La Rose demi-sucrière a donné, en moyenne, 83080^{kg} à l'hectare avec 12764^{kg} de matière sèche et 7759^{kg} de sucre; la Blanche demi-sucrière a fourni, à l'hectare, 95350^{kg} renfermant 14808^{kg} de matière sèche et 8038^{kg} de sucre; on a recueilli enfin, des Globes à petites feuilles, 80200^{kg} renfermant 11440^{kg} de matière sèche et 7308^{kg} de sucre.

» Les deux variétés demi-sucrières sont nettement supérieures aux Globes, comme elles l'avaient été en 1900, mais leur ordre est interverti : la Rose, au premier rang en 1900, passe au second en 1901; elle est inférieure à la Blanche en rendement brut, en matière sèche et en sucre; elle reste cependant la première pour la matière azotée.

» Les betteraves avaient été maintenues à trois écartements différents, remplissant toujours cette condition qu'on devait avoir dix racines au mètre carré; la moyenne générale établie sur les trois variétés est restée la même; mais, tandis que l'écartement de 35^{cm} entre les lignes et 28^{cm} entre les racines dans la ligne a été plus favorable aux

demi-sucrières roses, c'est à 50^{cm} sur 20^{cm} que les Globes ont donné la récolte maxima. Il faut au reste, pour fixer ces écartements, tenir compte non seulement du poids des racines récoltées, mais en outre de la facilité qu'ils donnent à l'exécution des travaux de binage; or, avec l'espacement des lignes à 50^{cm}, les racines étant à 20^{cm} dans la ligne, le passage des instruments attelés est bien plus aisé qu'avec des lignes plus rapprochées.

» Les différences entre les récoltes de 1900 et de 1901 sont excessives, et, s'il est évident qu'elles sont dues aux quantités d'eau tombées pendant ces deux années, il est intéressant de connaître comment la pluie abondante de 1901 a porté si haut le rendement des betteraves.

» Pour le savoir, on a procédé au dosage de l'azote total des betteraves des deux variétés sucrières, en distinguant celui qui faisait partie des nitrates et celui qui appartenait aux matières azotées; on a pu ainsi établir le Tableau suivant :

Azote contenu dans les betteraves recueillies à Grignon en 1901, *sur la surface d'un hectare.*

			Azote		
Variétés cultivées.	Fumures.	Rendement.	nitrique.	organique.	total.
		kg	kg	kg	kg
Rose demi-sucrière....	40000^{kg} de fumier	83040	20,4	163,3	183,7
Id.	sans engrais depuis 1875	40000	5,3	77,9	83,2
Id.	sans engrais en 1900 et en 1901	74400	13,6	167,5	181,1
Blanche demi-sucrière.	40000^{kg} de fumier	95330	18,9	138,3	157,2
Id. .	sans engrais en 1900 et en 1901	78200	11,1	110,7	121,8

» La Rose demi-sucrière a reçu sur la plupart des parcelles la valeur de 40^{t} de fumier par hectare et, ainsi qu'il a été dit déjà, son rendement s'est élevé en moyenne à 83040^{kg}; la quantité d'azote assimilé a été notable : elle est montée à $183^{kg},7$ par hectare. Le fumier renferme habituellement $\frac{5}{1000}$ d'azote; les 40^{t} distribuées ont donc apporté 200^{kg} et, si l'on n'avait pas d'autres observations, on aurait pu croire que tout l'azote de la fumure a passé dans les betteraves; il n'en est rien : la parcelle sans fumure en 1900 et en 1901 donne encore 74400^{kg} de racines qui contenaient $181^{kg},1$ d'azote. Les deux parcelles de demi-sucrières blanches présentent des faits analogues : les 95330^{kg} de racines obtenus sur les parcelles fumées renferment $157^{kg},2$ d'azote et les 78200^{kg} de la parcelle sans engrais en 1900 et 1901 : $121^{kg},8$. Il est donc manifeste que les réserves

azotées du sol sont intervenues pour une large part dans l'alimentation de la plante, et il est curieux de voir que même la parcelle restée sans engrais depuis la création du champ d'expériences en 1875, c'est-à-dire qui en est à sa vingt-septième récolte sans fumure, a encore donné 40^t de racines qui se sont emparées de $83^{kg}, 2$ d'azote.

» Sous quelle forme cet azote a-t-il pénétré dans les betteraves? Si l'on se rappelle que les nombreuses analyses des eaux de drainage exécutées à Grignon ont montré que, pendant les années humides, celles qui s'écoulent d'un hectare de terres en jachère ont renfermé souvent 200^{kg} et même 220^{kg} d'azote contenu dans les nitrates, on est conduit à admettre que, sous l'influence des pluies abondantes de juillet 1901, la nitrification est devenue très active et que les betteraves en pleine végétation se sont emparées des nitrates formés. Une partie de ces sels est même restée en nature dans les racines : on a trouvé à l'état nitrique $20^{kg}, 4$ d'azote dans les Géantes roses et 18, 9 dans les Géantes blanches fumées et des quantités encore très notables dans les betteraves de ces deux variétés qui ont crû sans fumure; la parcelle sans engrais depuis 1875 a même fourni à ses racines des nitrates dont une fraction, renfermant 5^{kg} d'azote, s'y retrouve sans modifications.

» Si l'on admet que la plus grande partie de l'azote contenu dans nos cultures de racines ou de céréales y pénètre sous forme de nitrates, et qu'on ajoute à l'azote des récoltes celui des eaux de drainage, on trouve habituellement des nombres bien inférieurs à ceux que nous avons constatés cette année. Il est naturel qu'il en soit ainsi : la nitrification ne s'établit que dans un sol humide; les terres en jachère conservent un fort approvisionnement d'eau, et la nitrification y est infiniment plus active que sur les terres emblavées; constamment desséchées par les végétaux qu'elles portent, elles ne constituent plus un milieu favorable aux bactéries nitrifiantes, et celles-ci y cessent leur travail. Pour que les nitrates soient formés dans les terres emblavées, il faut des pluies abondantes pendant l'été, et c'est aux copieuses averses de juillet 1901 qu'est due la production d'une quantité de nitrates considérable qui a déterminé la belle récolte que nous venons de signaler.

» Le champ d'expériences de Grignon a déjà fourni un exemple d'une nitrification très abondante dans une terre emblavée (¹).

(¹) Un dessin inséré dans le *Traité de Chimie agricole* de M. Dehérain, 2ᵉ édition, p. 595, donne une représentation très nette du fait que nous rapportons ici.

» En 1896, quelques-unes des cases de végétation ont été ensemencées en maïs fourrage. Nous le semons dans le courant du mois de mai, par crainte des gelées tardives, auxquelles il est très sensible; le maïs était encore très jeune quand sont arrivées, en juin, de copieuses averses, il en a largement profité et les récoltes ont été très fortes : 72085^{kg} à l'hectare de fourrage vert. Le maïs renferme $\frac{15}{100}$ de matière sèche et celle-ci contient 1,8 partie d'azote; il y a donc dans la récolte 194^{kg} d'azote qui, ajoutés à celui qu'on a trouvé dans les eaux de drainage, atteint la quantité d'azote nitrique contenu dans les eaux d'égouttement des terres en jachère.

» Ces eaux ne sont riches que parce qu'elles proviennent de terres qui restent humides, et quand la pluie est assez abondante pour que la végétation ne dessèche pas le sol, la nitrification est active sur les terres emblavées et les récoltes y sont excellentes.

» Si c'est à la pluie provoquant la nitrification qu'est due l'abondance de la récolte de 1901, nous devons trouver à l'arrosage des betteraves de grands avantages; c'est bien, en effet, ce que nous avons constaté : en 1898, des betteraves sont semées sur une case de végétation et ne reçoivent pour fumure que de la vesce provenant d'une culture dérobée enfouie l'automne précédent; sans arrosage, on recueille la valeur de 48200^{kg} de racines; on arrose et avec la même fumure on obtient 67500^{kg} de racines. En 1899, des betteraves fumées à raison de 50^{t} de fumier donnent sans arrosage 46500^{kg} de racines; arrosées, elles en fournissent 66200^{kg}; quand on remplace le fumier par des tourteaux, on obtient sans irrigation 53000^{kg} de racines et 68000^{kg} quand on arrose.

» Les faits précédents démontrent donc clairement qu'une terre perméable, filtrante, comme celle du champ d'expériences de Grignon, acquiert une admirable fertilité quand elle est maintenue humide soit par les pluies d'été, soit par les arrosages; dans ces conditions les ferments deviennent assez actifs pour faire passer à l'état de nitrates essentiellement assimilables plus de 200^{kg} d'azote, et les récoltes de betteraves atteignent les hauts rendements observés en 1901.

» Les deux variétés demi-sucrières que nous avons mises en comparaison n'utilisent pas de la même façon ces grandes doses d'azote; nous avons vu, en effet, que les Roses ont fait pénétrer dans leurs matières organiques : 168^{kg},8 et 167^{kg},5 d'azote, tandis que les Blanches n'en ont employé que 138^{kg},3 et 110^{kg},7; à ce point de vue, les Roses paraissent donc mériter la préférence; nous avons vu, en outre, qu'en 1900 elles ont

mieux supporté la sécheresse que les Blanches, et c'est encore là un sérieux avantage; en revanche elles ne paraissent pas profiter comme les Blanches des circonstances favorables et atteindre, quand celles-ci se présentent, d'aussi hauts rendements.

» En résumé, s'il est permis de conclure sur deux années d'expériences, on dira que les demi-sucrières sont décidément supérieures aux anciennes fourragères, qu'en outre les cultivateurs des terres sèches trouveront avantage à semer les demi-sucrières roses, ceux des terres humides devront choisir les blanches.

» Quant aux espacements, il semble que, pourvu qu'on s'astreigne à obtenir dix racines au mètre carré, le mode de placement n'influe sensiblement, ni sur la qualité des racines, ni sur l'abondance des rendements, et comme les travaux de binage sont plus faciles avec des lignes écartées de $0^m,50$, les racines étant à $0^m,20$ dans la ligne, qu'avec des lignes plus rapprochées, ce serait ce mode d'espacement qui serait le plus avantageux. »

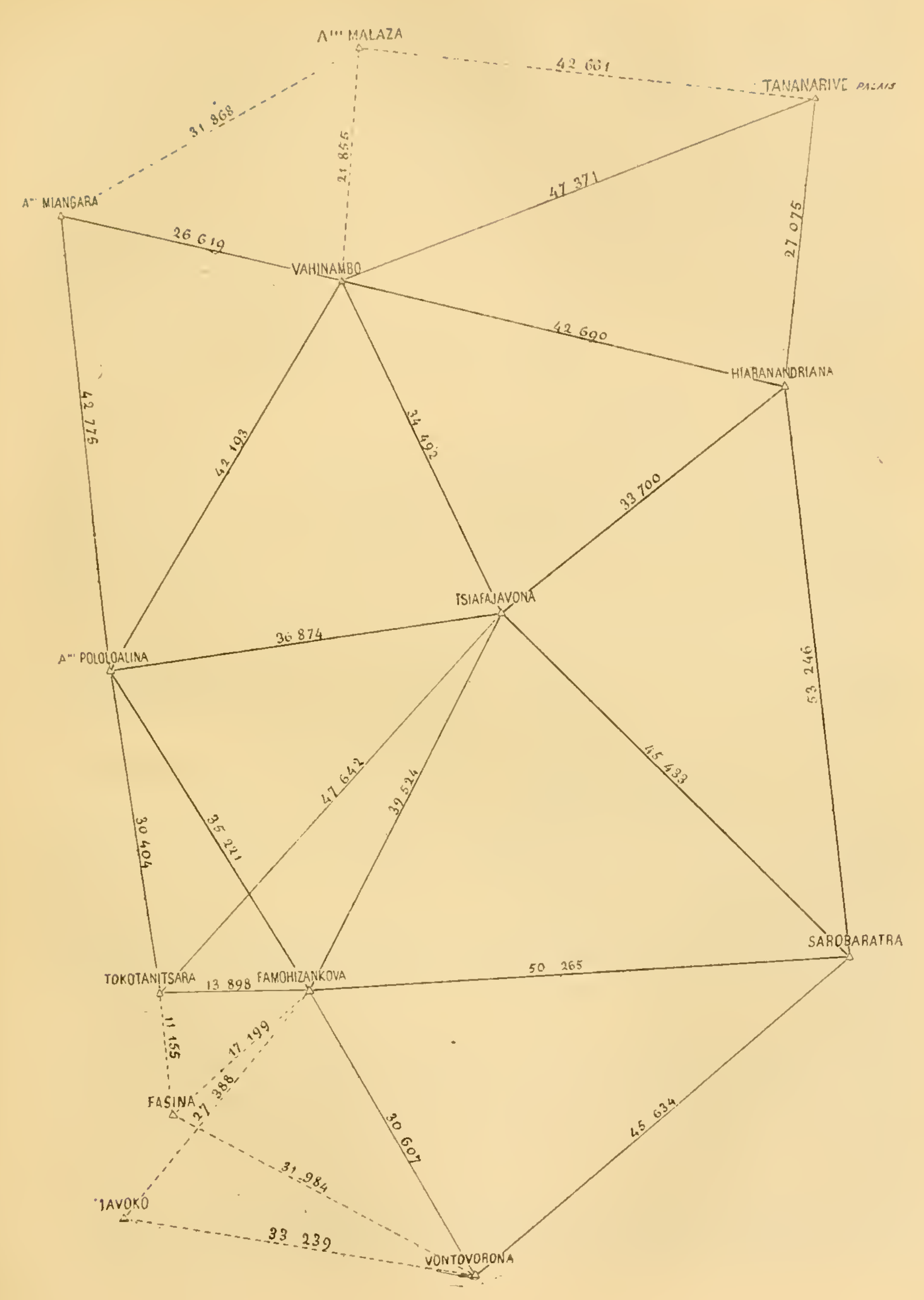
ASTRONOMIE. — *Travaux géographiques autour du massif central de Madagascar*, par le P. Colin.

« La campagne que j'ai entreprise, aux mois de septembre et octobre 1901, avait un double but : 1° rectifier et compléter par la triangulation, ainsi que par des observations astronomiques, notre Carte provisoire de l'Imerina Sud, dressée à la hâte avec le concours du P. Roblet, en 1895, pour le Corps expéditionnaire; 2° étudier la marche des éléments magnétiques autour du massif volcanique de l'Ankaratra, situé au centre de l'île.

» J'ai l'honneur d'adresser aujourd'hui à l'Académie les résultats des travaux géodésiques et astronomiques accomplis, réservant pour une Communication ultérieure l'exposé des travaux magnétiques.

» *Géodésie.* — Rappelons d'abord que toutes ces opérations ont été exécutées avec un théodolite-boussole de Brunner dont les verniers donnent directement la minute sexagésimale; ensuite, que les côtés de cette triangulation ont été déterminés d'après notre base de Maharemana, longue de 5571^m.

» Les cinq triangles principaux du réseau concourent en un sommet commun appelé *Tsiafajavona*, point le plus élevé du massif de l'Ankaratra. Le périmètre de ce pentagone irrégulier a un développement de 223615^m, avec une erreur de fermeture de 4^m. Si l'on calcule le côté Tsiafajavona-



Ame MALAZA
TANANARIVE PALAIS
Ame MIANGARA
VAHINAMBO
HIARANANDRIANA
TSIAFAJAVONA
Ame POLOLOALINA
SAROBARATRA
TOKOTANITSARA
FAMOHIZANKOVA
FASINA
TAVOKO
VONTOVORONA
42 661
31 868
21 855
47 371
27 075
26 619
42 690
42 775
42 193
34 492
33 700
36 874
53 246
47 642
39 524
45 433
30 404
35 221
13 898
50 265
11 155
17 199
27 388
30 607
45 634
31 984
33 239

Sarobaratra par le triangle Tsiafajavona-Sarobaratra-Famohizankova, on obtient 45433^m; et par le triangle Tsiafajavona-Sarobaratra-Hiaranandriana, 45429^m. Cette légère discordance nous paraît provenir surtout du théodolite-boussole, qui n'est ni réitérateur, ni répétiteur, et ne permet donc pas d'atténuer les erreurs de division.

» Les triangles secondaires viennent s'appuyer sur un des rayons ou sur un des côtés du pentagone, tandis que les stations accessoires, celles, par exemple, où j'ai observé les éléments magnétiques, sont placées soit par la triangulation, soit d'après le problème classique des segments capables.

» Pour connaître aussi exactement que possible l'altitude du point central Tsiafajavona, nous avons employé les deux méthodes de nivellement barométrique et géodésique.

» A cet effet, nous avons exécuté sur ce sommet une expérience hypsométrique, simultanément avec l'observation du baromètre à mercure faite à l'Observatoire. Toutes corrections de température, de latitude, d'erreur instrumentale appliquées, et en prenant l'altitude de la cuvette barométrique égale à 1403^m, la différence de niveau entre les deux stations serait de 1243^m; d'où altitude absolue de Tsiafajavona : 2646^m.

» Si nous calculons directement la température du point d'ébullition en appliquant la valeur de la pression atmosphérique et de la température sur le bord de la mer, à Tamatave, nous trouvons 2634^m.

» La lecture de notre baromètre anéroïde, corrigée de l'erreur instrumentale, a donné la cote 2636^m.

» Enfin, par les distances zénithales et l'altitude géodésique de l'Observatoire au-dessus de l'océan Indien, la hauteur absolue de ce même point égalerait 2633^m.

» Ces quatre valeurs obtenues par des méthodes et des calculs différents, avec un écart maximum de 13^m, donnent lieu de croire que l'altitude vraie de Tsiafajavona, niveau du sol, doit être comprise entre 2633^m et 2634^m.

» En résumé, la superficie de la région relevée l'an dernier peut être évaluée à un minimum de 8000^{km^2}. Si à ces opérations géodésiques on ajoute celles de mes précédentes campagnes, on constatera que mes seuls travaux de triangulation à Madagascar couvrent un espace d'environ 28000^{km^2}.

» *Astronomie.* — Afin de contrôler les résultats géodésiques, j'ai déterminé la longitude d'Antsirabé et de Betafo au moyen du télégraphe, celle

d'Arivonimamo au moyen du téléphone, par rapport à l'Observatoire de Tananarive. De part et d'autre, nous obtenions l'heure locale sur le chronomètre au moyen de distances zénithales du Soleil prises avec un théodolite. Les échanges de signaux télégraphiques indiquant l'heure ont été réciproques et répétés à de fréquents intervalles.

» Les hauteurs circumméridiennes du Soleil ou d'une étoile ont fourni la latitude non seulement des trois stations précédentes, mais aussi en quatre autres points.

» Nous avons réuni, dans le Tableau suivant, les résultats de cent quarante-huit observations astronomiques effectuées en cours de route pour la détermination des positions géographiques :

Stations.	Différence de temps avec Tananarive.	Longitude Est de Paris en temps.	Longitude Est de Paris en arc.	Latitude Sud.
	m s	h m s	° ′ ″	° ′ ″
Antsirabé.......	−2.14,35	2.58.31,65	44.37.54,7	19.51.47
Betafo..........	−2.54,05	2.57.51,95	44.27.59,2	19.50. 0
Arivonimamo....	−1.31,55	2.59.14,45	44.48.36,7	19. 0.56
Ambatolampy...	»	»	»	19.24.32
Tsiafajavona.....	»	»	»	19.21. 9
Vontovorona.....	»	»	»	19.54.41
Ambohipoloalina.	»	»	»	19.23.37

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur la troisième campagne de la* Princesse Alice II. Note de S. A. S. le Prince **Albert de Monaco**.

« En 1902 j'ai conduit la *Princesse Alice* aux régions tropicales de l'Atlantique nord; les opérations ont eu lieu entre Gibraltar et 12°5′ de latitude nord; dans les îles Canaries, du Cap-Vert, de Madère, et jusqu'à 960 milles de la côte brésilienne; quelques-unes dans la Méditerranée (1).

« Les opérations scientifiques ont eu lieu entre le 18 février et le 22 mai dans la Méditerranée; du 9 juillet au 13 septembre dans l'Atlantique. Elles comptent 56 sondages de 52m à 6035m; 28 coups de chalut entre

(1) Les savants du laboratoire étaient MM. Charles Richet, professeur à la Faculté de Médecine de Paris; Thoulet, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy; Jules Richard, directeur du Musée de Monaco; Portier, préparateur au Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne; le docteur Neveu Lemaire; ils étaient secondés par M. Marius Borrel, artiste peintre.

ces mêmes profondeurs; 14 descentes de nasses entre 12^m et 6010^m; 4 descentes d'hameçons jusqu'à 3970^m; 3 descentes de filet bathypélagique jusqu'à 4300^m; 7 descentes de trémail jusqu'à 1737^m; et beaucoup d'opérations diverses.

» *Océanographie*. — 35 échantillons géologiques du fond obtenus jusqu'à 6035^m ont permis à M. Thoulet, dans un examen rapide, plusieurs observations intéressantes; ceux de 5380^m et de 5400^m notamment, par 30°50′ de latitude nord et 28°41′ de longitude Ouest, ont montré, de haut en bas, la succession minéralogique suivante :

» *a* partie supérieure, grise, peu compacte, abondante en Globigérines peu altérées dans leurs formes;

» *b* portion argileuse gris verdâtre, compacte, avec débris fins de Globigérines;

» *c* portion argileuse très compacte, de couleur rouge.

» Sur d'autres échantillons d'une provenance moins éloignée des îles, la portion *a* contenait beaucoup de grains de sable volcanique brun foncé, les portions *b* et *c* ne variant pas.

» Ces échantillons nous ont montré que l'argile, verte d'abord, puis rouge, résulte de la destruction chimique progressive de tous les débris minéraux d'origine organique ou inorganique descendus de la surface jusque sur le fond.

» Il y a là un fait très important au point de vue de la genèse des fonds marins, et qui devra être appuyé par des analyses ultérieures.

» Plusieurs échantillons d'eau ont été prélevés de certaines profondeurs, même de 6030^m.

» La température a été observée dans la plupart des sondages.

» *Géographie*. — M. Thoulet n'a pas négligé de poursuivre un grand nombre d'observations relatives à la Géographie physique des îles du Cap-Vert, et d'établir, avec des photographies, le modèle de leur sol volcanique tourmenté par divers agents d'érosion.

» *Zoologie*. — Les déterminations commencées permettent d'apprécier ainsi les résultats zoologiques. Un dragage à 6035^m par 12°07′ latitude nord et 35°53′ longitude ouest, qui atteint une profondeur inexplorée jusque-là, donne un poisson voisin du genre *Sirembo* dont les yeux sont rudimentaires, une Actinie, une Annélide, trois Ophiures blanchâtres nouvelles (*Ophioglypha abdita*), un Stelléride (*Hyphalaster Parfaiti*).

» Plusieurs opérations exécutées sur la côte d'Afrique et aux Canaries procurent notamment : à 851^m, une éponge intéressante : *Azorica Pfeifferæ*, des Oursins mous (*Phormosoma placenta*), des Crustacés et des Poissons; à 2165^m, une grande abondance de Polypiers, des Alcyonaires et de grands *Pachastrella monilifera*, des Antipathaires, des Crustacés Géryonides et des Poissons. Les Cœlentérés abondent, mais les Échinodermes sont absents. On obtient de 1098^m, près Lanzarote, quelques beaux Spongiaires (*Thrombus abyssi*), des Échinodermes en quantité, surtout les Oursins mous (*Asthenosoma* et *Sperosoma Grimaldii* découvert par moi aux Açores), de nombreux Géphyriens (*Phascolion Hirondellei*), un Céphalopode du genre Rossia probablement nouveau (*Eudolium crosseanum* Monterosato) connu de la Méditerranée et au large de la Nouvelle-Angleterre. A 1786^m, près Hierro, on a quelques

Alcyonaires superbes (*Chrysogorgia*) formés d'une longue tige noire ne se ramifiant que vers le haut, et portant des Ophiures commensales (*Ophicreas*); plusieurs *Pentacrinus Wyville-Thomsoni*, et un autre Crinoïde très remarquable, du genre *Hyocrinus*, nouveau sans doute récemment encore, le type d'une famille représentée par ce genre unique et par un seul exemplaire provenant du *Challenger*. La *Valdivia* en a pris une deuxième espèce dans l'océan Antarctique, à 4636^m. Enfin, un *Polytroctes apus*, poisson extrêmement rare.

» Dans les îles du Cap-Vert, on obtient à 3890^m un Stelléride du genre *Hyphalaster*. un Céphalopode bathypélagique, peut-être nouveau, du genre *Cirroteuthis*, et une éponge nouvelle (*Cladorhiza*). De 50^m, près Santa-Luzia, le chalut a rapporté environ 1500^{kg} d'Algues calcaires (*Lithothamnion*) et un Mollusque (*Cassis tuberosa*) non encore signalé aux îles du Cap-Vert. A 2478^m le chalut remonte une Ophiure nouvelle (*Ophioglypha concreta*) et un Céphalopode (*Eledonella diaphana*) bathypélagique; l'exemplaire est borgne comme celui trouvé en 1897 au large du Maroc. A 628^m, près de Maio, un Géphyrien qui paraît nouveau (*Thalassema*), quatre *Chaunax pictus*, poissons gonflés d'eau, et un Mollusque nouveau (*Venus subeffosa*). A 1311^m, dans la même localité, on a obtenu une éponge (Hexactinellide) nouvelle, accompagnée de Zoanthaires commensaux; de grandes Actinies voisines de *Bolocera*, mais avec des tentacules de 20^{cm}, un Oursin mou (*Sperosoma Grimaldii*), une Holothurie du genre *Bathyplotes*, à téguments externes d'apparence cartilagineuse facilement détachables du corps.

» Près de Madère, à 1500^m, un poisson des plus intéressants, voisin d'*Eurypharynx*, et, sans doute, du genre *Gasterostomus*, est remonté dans le chalut.

» Les résultats donnent encore une foule d'animaux plus ou moins intéressants :

» Les nasses m'ont procuré, aux îles du Cap-Vert, par 692^m, 2 *Geryon affinis*, 30 *Heterocarpus Grimaldii* : espèces découvertes par moi aux Açores et dont la distribution géographique est ainsi très augmentée. Elles ont donné à 1300^m un *Simenchelys parasiticus* présentant le même cas, et un Crustacé Amphipode nouveau comme espèce et comme genre.

» Le filet bathypélagique Giesbrecht a rapporté de 1000^m un poisson fort rare (*Diretmus argenteus*). De 4300^m, bien qu'ayant fonctionné régulièrement, il n'a rien donné.

» Les trémails ont procuré, sur le littoral de Santa-Luzia, neuf Squales dont le principal mesurait 2^m,64 et pesait 90^{kg} (*Odontaspis taurus*) et *Carcharias*.

» Les hameçons ont ramené de 1300^m, aux îles du Cap-Vert, sept Squales (*Centroscymnus cœlolepis*), et de 1477^m un grand Squale noir de 2^m,75 (*Pseudotriacis microdon*), espèce très rare connue jusqu'ici par deux spécimens seulement.

» Les pêches de surface ont fourni, entre autres organismes, un Cétacé (*Steno*) par 14°50′ de latitude nord et 27°45′ de longitude ouest; une ponte de Céphalopode pélagique au-dessus d'un fond de 5460^m, dans la fosse de Monaco; près de Madère, un Céphalopode pélagique (*Leachia cyclura* Lesueur), le meilleur et le plus grand exemplaire connu de cette espèce; et près de Gibraltar, un poisson remarquable du genre *Melamphaës*.

» Dans les parages de Maio et de Sal, aux îles du Cap-Vert, on a remarqué une couleur vert glauque de l'eau. L'examen microscopique a montré que cette couleur

provient de nombreux Péridiniens divers, munis de granulations jaune verdâtre, et de plusieurs animaux pélagiques qui s'en nourrissent; les tissus incolores et transparents de ceux-ci permettent aux Péridiniens ingérés de colorer l'eau comme s'ils étaient libres.

» Les recherches à terre ont fourni des Lézards (*Macroscincus Cocteani*) et des Puffins, spéciaux à l'îlot Branco du Cap-Vert.

» *Physiologie.* — Les Physalies rencontrées ont toujours été recueillies pour permettre à MM. Charles Richet et Portier des recherches sur le venin des filaments pêcheurs. Le résultat des expériences faites dans le laboratoire de la *Princesse Alice*, au cours du voyage, montre l'action particulière de ce venin que les collaborateurs appellent *hypnotoxine*, parce qu'il immobilise instantanément les proies touchées. La résistance de celles-ci au contact des organes digestifs est ainsi prévenue. Des cobayes, des canards, des pigeons et des grenouilles ont été sacrifiés avec le même succès aux expériences poursuivies.

» *Recherches bactériologiques.* — Les recherches de MM. Richet et Portier ont donné les résultats suivants :

» 1° L'eau de la surface de la mer contient des microbes, abondants lorsque le prélèvement est fait au voisinage des ports ou des côtes, de plus en plus rares à mesure qu'on s'éloigne vers la haute mer.

» 2° Le tube digestif des animaux (Vertébrés et Invertébrés), aussi bien ceux de la surface que ceux des plus grandes profondeurs, s'est toujours montré très riche en microbes. Le contenu intestinal des Holothuries a fourni un matériel de recherches particulièrement abondant et intéressant.

» 3° De nombreux examens bactériologiques de sérosité péritonéale des Squales ont montré que ce liquide contenait presque toujours des microbes chez l'animal vivant. Ce fait n'est qu'une confirmation des travaux antérieurs de M. Richet.

» 4° La vase des grands fonds (au-dessous de 3000^{m}) s'est montrée à peu près dépourvue de microbes par les moyens de recherche employés.

» *Température des Poissons marins.* — Les Poissons de faible taille (au-dessous de 1^{kg}) ont, à un dixième de degré près, la même température que l'eau dans laquelle ils sont plongés.

» Les Poissons de plus grande taille (Rougets et surtout Dorades) ont une température supérieure de 0°,1 à 0°,2 à la température de la mer.

» Les grands Squales ont toujours une température supérieure de 0°,4 à 0°,5 à celle de la mer. »

RAPPORTS.

Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur.

(Commissaires : MM. les Membres du Bureau, MM. Faye, Hatt, Bassot, Lœwy; H. Poincaré, rapporteur.)

« La Commission chargée par l'Académie du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur s'est réunie le 10 mars dernier pour entendre M. le commandant Bourgeois, chef de la mission, qui vient de rentrer en France après avoir organisé le travail. Ce savant officier lui a rendu compte des mesures effectuées pendant l'année 1901, et votre Commission a l'honneur de vous soumettre un Rapport sommaire sur ces opérations.

» L'avant-garde de la mission, comprenant MM. les capitaines Maurain et Lallemand, a consacré les premiers mois de 1901 à l'achat des mules nécessaires aux convois et à la reconnaissance de la région de Riobamba, où devait se trouver la base fondamentale.

» Le gros de la mission, commandé par M. Bourgeois et comprenant M. le capitaine Lacombe, M. le lieutenant Perrier, M. le médecin aide-major Rivet, plusieurs sous-officiers, caporaux et soldats, débarqua à Gayaquil le 1er juin avec le matériel. Des convois furent organisés avec 120 mules de louage et 40 Indiens porteurs. La règle bimétallique, qui ne pouvait être transportée qu'à dos d'homme, arriva à Riobamba le 13 juillet. Le reste du matériel était arrivé le 22 juin. Six officiers équatoriens adjoints à la mission aidèrent à l'organisation des convois, et leur entremise facilita les rapports avec les autorités locales et avec les indigènes.

» M. le commandant Bourgeois se rendit d'abord à Quito et visita l'Observatoire, où M. Gonnessiat a déjà en peu de temps obtenu d'excellents résultats.

» Le chef de la mission se porta ensuite dans le voisinage de Riobamba, où il examina les emplacements reconnus par l'avant-garde.

» La première chose à faire était de choisir la base à mesurer. M. Maurain avait proposé deux emplacements de base, l'un de 10^{km} environ à travers champs, l'autre de $6^{km},500$ sur route. M. Bourgeois rejeta, avec raison selon nous, le second alignement parce qu'une de ses extrémités

étant tout près du Chimborazo, l'influence des attractions locales était trop à redouter. Le premier alignement, malgré les inconvénients d'une mesure à travers champs, se recommandait d'ailleurs par son rattachement facile.

» La base fut mesurée une première fois à la règle bimétallique du 30 juillet au 4 septembre; entre les deux termes extrêmes, un terme intermédiaire fut établi à la portée 840, c'est-à-dire au tiers environ de la base. Ce segment partiel, d'un peu plus de 3^{km}, fut mesuré une seconde fois à la règle bimétallique du 7 au 18 septembre. Toute réduction faite, la différence entre les deux mesures n'est que 7^{mm}, soit environ $\frac{1}{450000}$.

» L'opération, malgré les difficultés du terrain, a été menée rapidement, puisqu'on a fait en moyenne 80 portées par jour.

» Il importe d'insister sur les difficultés rencontrées et qui peuvent influer sur la précision du résultat. La nature du terrain rendait des glissements possibles et la stabilité des supports incertaine. D'un autre côté, les inclinaisons étaient souvent très fortes. En résumé l'appareil bimétallique de Brenner se prête mal à une mesure faite en pleins champs.

» D'autres difficultés provenaient du climat; l'humidité des nuits et des matinées oblige à remplacer constamment les fils des micromètres qui se détendent; et même quand on parvient à les préserver la nuit avec du chlorure de calcium, ils se détendent à vue d'œil dès qu'on ouvre la boîte si l'on opère entre 6^h et 9^h du matin; d'un autre côté, entre 11^h et 1^h s'élève un vent du nord-est qui soulève des flots de poussière. Ces poussières s'introduisant dans les instruments s'opposent au libre glissement des règles et détérioreraient rapidement les appareils. Enfin les variations de température sont très brusques et l'on peut se demander si l'équilibre thermique des deux règles est bien assuré.

» Toutes ces raisons rendaient d'autant plus nécessaire le contrôle par la mesure au fil Jädderin. La mission était munie de deux fils, un en cuivre, l'autre en métal invar ou acier-nickel Guillaume. Les opérations devaient comprendre : un premier étalonnage des fils, deux mesures complètes de la base et un second étalonnage des fils.

» En vue de l'étalonnage, on fit établir dans un jardin appartenant à don Pedro Lizarzaburo, petit-neveu de don Pedro Maldonado, le compagnon de voyage de La Condamine, deux petits piliers à 24^m l'un de l'autre. La distance exacte des deux mesures fut mesurée trois fois à la règle bimétallique ; trente mesures de cette même distance avec l'appa-

reil Jädderin ont permis ensuite de déterminer la longueur des deux fils et leur coefficient de dilatation. Don Pedro a pris des dispositions pour que les piliers restent installés à demeure dans son jardin, de façon à permettre de nouveaux étalonnages à une époque quelconque. Il y a lieu de remercier cet ami de la science qui a tenu à rester fidèle aux traditions de sa famille.

» La mesure de la base fondamentale faite en double par le système Jädderin a été terminée le 9 octobre et suivie d'un nouvel étalonnage des fils.

» Les opérations astronomiques autour de Riobamba ont occupé la mission du 9 octobre à la fin de novembre. On avait d'abord pensé placer à Quito même une des stations astronomiques principales. Un observatoire temporaire avait été installé près de Quito de façon à pouvoir être facilement relié d'une part à l'Observatoire permanent de cette ville et d'autre part au réseau trigonométrique. Cet observatoire était placé sur la colline du Panecillo, qui est pour ainsi dire collée aux premières pentes de l'énorme masse du Pitchincha. La latitude fondamentale qu'on aurait pu y observer aurait donc été fortement affectée par les attractions locales.

» A ce point de vue, le voisinage immédiat de Riobamba présentait des conditions beaucoup plus favorables. M. Elysée Reclus a comparé la région interandine à une immense échelle dont les montants sont représentés par les deux Cordillères et les barreaux par les chaînes transversales qui les relient de distance en distance; ces barreaux partagent le plateau interandin en une série de cirques successifs. Il est clair que la verticale doit être moins déviée au centre d'un de ces cirques que dans le voisinage de l'un des barreaux. C'est pour cette raison que la situation de Riobamba était avantageuse.

» Le commandant Bourgeois résolut donc d'installer à la Loma, près de Riobamba, une station principale, et de déterminer la latitude à la fois au Panecillo et à la Loma, puis la différence de longitude des deux stations, et enfin un azimut au Panecillo et un autre à la Loma, par la méthode des observations méridiennes.

» Les latitudes furent déterminées par la méthode de Villarceau en huit soirées dans quatre positions du cercle observées chacune nadir face nord et nadir face sud.

» La différence des longitudes put se faire sans grande difficulté, car les deux postes étaient reliés télégraphiquement et l'administration des télé-

graphes avait eu la complaisance de mettre le fil à la disposition exclusive des observateurs de 8^h à 11^h du soir.

» Malheureusement l'échange des observateurs ne put être pratiqué; les officiers n'auraient pu abandonner leur poste sans s'exposer à voir disparaître les mires, parce que le personnel français était trop peu nombreux et qu'il aurait fallu laisser la garde à des Indiens en qui l'on ne pouvait avoir confiance. On s'est donc contenté de déterminer avec le plus grand soin les différences d'équations personnelles. Cela paraît devoir suffire pour le but à atteindre, c'est-à-dire pour le calcul des attractions locales dans le sens est-ouest, qui sous les latitudes équatoriales ne peuvent être déduites des observations d'azimut.

» En même temps que l'observation de la longitude, et pour profiter de l'étude de la marche de l'horloge, M. Bourgeois fit à Riobamba une station de pendule dans une casemate construite pour l'installation de l'horloge. Cette station, une fois calculée, nous permettra déjà de voir si les Andes se comportent de la même façon que les Alpes et l'Himalaya en ce qui concerne la correction d'altitude. On se souvient que divers géologues avaient émis des doutes à cet égard.

» Les éléments magnétiques furent également déterminés.

» Pendant ce temps, on s'occupait également du rattachement. En moins de 35 jours M. Maurain reconnut les stations du rattachement et y construisit les signaux, ainsi qu'aux sommets de trois des triangles du grand réseau. M. le capitaine Lacombe acheva de rattacher la base de Riobamba au réseau dans les derniers mois de 1901.

» Le programme comportait en outre la détermination de la latitude à la seconde ronde en chacune de ces stations. On comptait se servir du théodolite à microscopes qu'on y avait hissé pour les opérations géodésiques. On avait modifié cet appareil dans l'espoir de le rendre propre aux observations astronomiques; malheureusement il n'était rentré de chez le constructeur que quelques jours avant le départ, de sorte qu'il n'avait pu être essayé à Paris. A l'usage, les observateurs rencontrèrent des difficultés, surtout pour l'éclairage; on dut donc ajourner l'opération projetée. Nous discuterons plus loin les moyens de reprendre cette importante opération qui ne saurait en aucun cas être abandonnée.

» M. le commandant Bourgeois quitta Riobamba le 23 novembre après avoir tout terminé. M. Maurain partit de Quito le 26 pour les stations du Sud, en laissant à M. le lieutenant Perrier le soin d'achever les opé-

rations au Panecillo. M. Perrier rejoignit à son tour M. Bourgeois, le 11 décembre, dans le nord de l'Équateur.

» En décembre, le chef de la mission, accompagné du capitaine Lallemand, du lieutenant Perrier et du médecin aide-major Rivet, se rendit dans la région du Nord pour les déterminations astronomiques et la mesure de la base de vérification. Dans les projets primitifs, l'arc devait être prolongé sur le territoire colombien, mais les événements politiques dont cette région vient d'être le théâtre ont rendu cette prolongation impossible. L'arc ne se trouvera ainsi diminué que de 15'. La station astronomique nord et la base de vérification se trouvaient ainsi reportées près de la ville de Tulcan.

» Malheureusement, dans cette région les deux Cordillères se rapprochent l'une de l'autre et il n'y a plus de plateau interandin. Il est donc difficile de choisir un emplacement de base. On doit même renoncer complètement à en trouver un comportant l'emploi de la règle bimétallique. L'état des chemins ne permettait d'ailleurs pas de songer au transport de cette règle, transport qui aurait entraîné de trop fortes dépenses. Il fallut donc se contenter du fil Jädderin; la pente montait par endroits jusqu'à 10 pour 100. On devait faire trois mesures de la base, mais il fallut recommencer cette triple mesure à plusieurs reprises par suite de divers accidents. Le plus fâcheux de ces accidents est une déformation du fil qui a été réparée, mais d'où il résulte néanmoins que les étalonnages faits avant la mesure ont perdu toute valeur, de sorte que tout se passera comme si les fils n'avaient été étalonnés qu'une fois.

» La station astronomique de Tulcan a été construite et sa latitude déterminée.

» La latitude de la station astronomique sud à Payta était observée en même temps par M. le capitaine Maurain. Les valeurs provisoires sont $+0°47'15''$ pour Tulcan et $-5°5'18''$ pour Payta, ce qui donne à l'arc une amplitude totale de $5°52'33''$.

» Cependant M. Lallemand reconnaissait le rattachement au réseau général de la base mesurée et de la station astronomique de Tulcan.

» Si j'ajoute que M. le médecin aide-major Rivet, qui a d'ailleurs coopéré aux travaux géodésiques, a fait d'importants envois au Muséum et a entrepris l'étude anthropologique des races indiennes, j'aurai fait voir que les membres de la mission ont bien employé l'année 1901.

» L'arc à mesurer se trouve partagé en deux tronçons, l'un entre la station astronomique principale de Riobamba et celle de Tulcan au nord,

l'autre entre Riobamba et la station astronomique du Sud à Payta. Chacun de ces tronçons sera subdivisé en deux sections, le premier par la station astronomique de Quito, où les opérations sont terminées, le second par une station astronomique secondaire à choisir dans la région de Cuença.

» On remarquera que le réseau télégraphique actuel permet déjà la mesure de la différence de longitude entre les extrémités des trois sections du Nord. Il y a lieu d'espérer qu'avant la fin de la mission, c'est-à-dire avant la fin de 1904, la jonction avec les lignes péruviennes sera achevée, ce qui permettrait de relier les deux dernières stations, Payta et Cuença. Dans le cas contraire on devrait se contenter de déterminer à Payta l'attraction dans le sens est-ouest par la différence entre les azimuts géodésique et astronomique, qui donnerait déjà une indication utile puisque la latitude de Payta est déjà de 5°.

» D'après les instructions laissées par le chef de la mission, le programme comprendrait :

» En 1902, les opérations géodésiques du tronçon nord et la reconnaissance de la 1re section du tronçon sud.

» En 1903, les opérations astronomiques du tronçon sud, les opérations géodésiques de la 1re section du tronçon sud et la reconnaissance de la 2e section.

» En 1904 : 1° la fin des opérations géodésiques de la chaîne et la mesure de la base de Payta ;

» 2° Le nivellement de précision depuis la mer jusqu'à la base fondamentale de Riobamba. Dans les projets primitifs, cette opération devait se faire au début de la mission ; mais l'état actuel des chemins des Cordillères l'aurait rendue très difficile, tandis qu'en 1904 le chemin de fer sera terminé et l'on pourra l'utiliser pour les transports, tout en faisant le nivellement le long de la plate-forme même de la ligne ferrée ;

» 3° Le rattachement géodésique du réseau à une station du bord de la mer et les observations astronomiques dans cette station. Ces opérations ont pour but de comparer les différences de longitude, tant géodésique qu'astronomique, entre la chaîne et le littoral. Cette détermination aurait une grande importance ; malheureusement la nature boisée du terrain en rend encore la réalisation incertaine. On pourra en tout cas observer la différence de longitude astronomique Gayaquil-Quito.

» Toutes les fois que les circonstances le permettront, on fera en outre dans les diverses stations géodésiques des observations pendulaires et magnétiques et des mesures de latitude.

» Il y a lieu d'insister sur l'importance de ces déterminations de la latitude et du pendule. Puisque le théodolite à microscopes ne semble pas pouvoir être utilisé, la latitude ne pourra être mesurée que dans les stations où le cercle méridien pourra être monté. Mais, toutes les fois que ce transport sera possible, sans trop de peine et de dépenses, il ne faudra pas négliger ce genre d'observations, principalement dans le voisinage des cinq stations astronomiques et des bases. C'est la seule garantie que nous ayons que les latitudes fondamentales déterminées dans ces stations ne sont pas faussées par les attractions locales.

» Bien convaincu comme nous de cette nécessité, le chef de la mission a étudié les points où le cercle méridien pourra être transporté. Dans le voisinage de Riobamba, la latitude pourra être mesurée à Chujuj, ainsi qu'en un point de la Cordillère de l'Est et aussi, malgré l'altitude, à la station de Chimborazo. La station de la Loma se trouvera ainsi bien encadrée.

» A la hauteur de Quito, on a déjà la latitude fondamentale du Panecillo. On fera une station de pendule au sommet du Pitchincha ; cette opération est absolument nécessaire : c'est là en effet qu'au XVIIIe siècle a opéré Bouguer, et c'est après cette mesure qu'il a adopté la correction qui porte son nom. On sera donc obligé de laisser le cercle méridien au sommet de cette montagne et l'on en profitera pour faire une détermination de la latitude. Ce point est très voisin du Panecillo, mais dans des conditions très différentes au point de vue des attractions. D'autre part, M. Gonnessiat s'offre à faire des mesures de latitude à l'est de Quito avec un instrument de l'Observatoire.

» Près de la base du Nord et de la station de Tulcan, on pourra observer la latitude en trois points, un au sud-ouest, un au sud et un au sud-est de Tulcan, d'autant plus facilement que l'un des instruments méridiens est resté dans la région.

» On est donc certain de pouvoir encadrer les trois stations du tronçon nord. Quant au tronçon du Sud, il n'est pas encore complètement reconnu, mais il y a lieu d'espérer qu'on n'y rencontrera pas de plus grandes difficultés.

» En ce qui concerne les mesures pendulaires, on n'a encore fait qu'une station, celle de Riobamba ; il y a lieu de procéder à une série d'observations le long d'une coupe perpendiculaire à la chaîne méridienne et allant de la mer au versant amazonien à la latitude de Riobamba. Toutefois il serait impossible de multiplier les stations avec

l'appareil Defforges; il serait donc nécessaire de faire l'acquisition d'un pendule Sterneck ou d'un appareil analogue pour les stations secondaires. On ferait alors sur cette coupe, outre la station de Riobamba, deux autres stations du second ordre par la méthode Defforges (dont une à Gayaquil) et un grand nombre de stations du troisième ordre au Sterneck.

» Nous posséderons en outre, en dehors de cette coupe, une autre station du second ordre au sommet du Pitchincha, où, comme nous l'avons dit, on tient à renouveler l'opération faite par Bouguer au xviii[e] siècle.

» Il y a lieu, d'ailleurs, d'appeler une fois de plus l'attention du chef de la mission sur la nécessité de multiplier les stations au Sterneck, aussitôt qu'on disposera d'un appareil léger.

» On a dû abandonner le mode d'observation par héliostats, et cela pour deux raisons : le personnel français est trop peu nombreux et les jours de soleil sont trop peu fréquents. On est donc obligé de revenir au système des mires. Dans ces conditions, il n'est plus nécessaire d'avoir deux brigades opérant simultanément, l'une sur la chaîne de l'Est, l'autre sur celle de l'Ouest. Tout en regrettant qu'on renonce ainsi à la possibilité d'obtenir des distances zénithales réciproques et simultanées, nous ne pouvons que nous incliner devant une nécessité qui paraît démontrée. Mais il y a lieu de remarquer que, ne pouvant opérer par distances zénithales simultanées, une bonne étude de la réfraction devient encore plus utile.

En 1902, une brigade s'occupera de la reconnaissance d'une partie du tronçon sud, pendant que deux brigades d'opérations partant l'une de Riobamba, l'autre de Tulcan, marcheront à la rencontre l'une de l'autre.

» La Commission ne peut que féliciter M. Bourgeois de l'habileté avec laquelle il a préparé et conduit l'expédition. Le chef de la mission et les officiers placés sous ses ordres ont su triompher des difficultés causées par le climat, par la nature du terrain et par les dispositions de la partie la plus ignorante de la population; pour cela ils ont dû faire preuve à la fois d'endurance physique, de tact psychologique, d'un grand talent scientifique et surtout d'un zèle infatigable. Ils ont rencontré un concours empressé chez les officiers équatoriens, qui leur ont été précieux par leur connaissance des indigènes et des ressources locales. J'ajoute que, dans les succès obtenus, une part importante revient à l'habile direction de notre confrère, M. le général Bassot. Les résultats déjà atteints sont d'un heureux augure pour l'avenir de l'entreprise. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Montagne pour 1902. — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller.

Commission chargée de juger le concours du prix Savigny pour 1902. — MM. Perrier, Giard, Chatin, Delage, Grandidier.

Commission chargée de juger le concours du prix Thore (*Zoologie*) *pour* 1902. — MM. Chatin, Giard, Delage, Perrier, Bonnier.

Commission chargée de juger le concours du prix Vaillant pour 1902. — MM. Chatin, Perrier, Giard, Delage, Grandidier, de Lapparent.

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (*Médecine et Chirurgie*) *pour* 1902. — MM. Marey, Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Roux, Chauveau, Brouardel.

Commission chargée de juger le concours du prix Barbier pour 1902. — MM. Bouchard, Guyon, Lannelongue, Guignard, Marey.

Commission chargée de juger le concours du prix Bréant pour 1902. — MM. Marey, Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran.

Commission chargée de juger le concours du prix Godard pour 1902. — MM. Guyon, Lannelongue, Bouchard, Laveran, Marey.

Commission chargée de juger le concours du prix Bellion pour 1902. — MM. Bouchard, Laveran, Marey, Guyon, Lannelongue.

Commission chargée de juger le concours du prix Mège pour 1902. — MM. Bouchard, Marey, Guyon, Lannelongue, Laveran.

CORRESPONDANCE.

Le Sénat académique de l'Université de Christiania invite l'Académie à se faire représenter à la célébration du Centième anniversaire de la naissance de *N.-H. Abel*, qui aura lieu du 5 au 7 septembre 1902.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure intitulée : « Concours général des moteurs et appareils utilisant l'alcool dénaturé, tenu à Paris du 16 au 24 novembre 1901 : Rapports des Jurys ». (Extrait des *Annales du Ministère de l'Agriculture*, 1902, n° 1.)

M. Mascart présente à l'Académie, de la part de M. *Hepites*, un certain nombre de publications relatives aux travaux de l'Institut central météorologique de Roumanie. Ce service important, créé en 1884 et resté depuis lors sous la direction de M. Hepites, comprend un Observatoire central à Bucarest, 56 Stations diverses distribuées dans le pays, et près de 400 Stations pour l'étude du régime des pluies. Les *Annales de l'Institut* renferment le détail des observations des Stations principales ou secondaires, les données magnétiques d'un enregistreur à Bucarest, ainsi que des Mémoires divers sur la Climatologie de la région, la distribution des éléments magnétiques, les tremblements de terre, etc. C'est une œuvre qui mérite d'être signalée à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* A (1902), *faites à l'Observatoire d'Alger* (*équatorial coudé de* $0^m,318$ *d'ouverture*), par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1902.	Étoiles de compar.	Grandeur.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Comète. — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
Avril 18.......	1	»	$-0^m.35^s,51$	$-7'.55'',7$	12:10	R
18.......	1	»	$-0.29,90$	$-8.51,4$	12:10	S
19.......	2	7,3	$+0.35,72$	$+8.53,0$	5:6	S

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1902.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1902,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1902,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Avril 18.	1	$23^h.42^m.11^s,64$	$+0^s,51$	$+21^\circ.43'.47'',6$	$-0'',63$	AG. Berlin n° 9090
19.	2	$23.53.17,98$	$+0,50$	$+19.\ 8.52,5$	$-0,35$	AG. Berlin n° 9743

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1902.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 18...	15.57. 0	23.41.36,64	$\bar{1},706_n$	+21.35.51,3	0,690
18...	16. 9.32	23.41.42,25	$\bar{1},706_n$	+21.34.55,6	0,677
19...	16. 0.12	23.53.54,20	$\bar{1},700_n$	+19.17.45,1	0,701

» *Avril* 18. — La Lune était encore au-dessus de l'horizon. Comète assez brillante; tête arrondie ne présentant qu'un très faible noyau, ce qui rendait les observations difficiles; queue brillante, rectiligne, suivant l'angle de position 285°.

» *Avril* 19. — Observations assez difficiles et un peu incertaines, à cause des brumes et de l'éclairement produit par la lumière de la Lune. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries divergentes et les équations différentielles.* Note de M. **Ed. Maillet**, présentée par M. Jordan.

« M. Le Roy (¹), généralisant certaines méthodes de M. Borel pour la sommation des séries divergentes, a montré que, dans des cas très étendus, une série divergente de la forme

$$(A) \qquad \sum_0^\infty {}^n \alpha_n z^n$$

avec

$$\alpha_n = a_n \Gamma(pn+1)$$

(p nombre positif, a_n coefficient général d'une série $\sum a_n z^n$ à rayon de convergence fini) était sommable *au sens de M. Borel*, c'est-à-dire que la somme $f(z)$ que l'on pouvait lui assigner par ses procédés satisfaisait aux équations algébriques ou différentielles $\Psi = 0$, entières par rapport à la variable y et ses dérivées, dont $\sum_0^\infty \alpha_n z^n$ était une solution formelle.

» Ces résultats s'appliquent aux séries divergentes pour lesquelles α_n croît moins vite que $\Gamma(p'n+1)$, p' étant un nombre positif fini quelconque. Ils peuvent donc donner de l'intérêt au théorème suivant :

(¹) *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1900, p. 416.

» Théorème. — *Soit* $\sum_0^\infty \theta_n(x-x_0)^n$ $(\theta_0 \neq 0)$ *une solution formelle à rayon de convergence nul d'une équation différentielle rationnelle*

$$(1) \qquad \sum \mathrm{A}\, y^{i_0} y'^{i_1} \ldots y^{(k)^{i_k}} = 0,$$

dont les coefficients A *sont des polynomes entiers en* x : *on a toujours, dès que* n *est assez grand,*

$$|\theta_n| \leqq \mu_1 n^{(\mathrm{P}'' + \mathrm{N}'' + 1)n},$$

μ_1 *étant fini,* P″ *et* N″ *étant les plus grandes valeurs des quantités*

$$i_0 + i_1 + \ldots + i_k \quad et \quad i_1 + 2i_2 + \ldots + ki_k$$

respectivement dans (1).

» Par conséquent $\sum_0^\infty \theta_n(x-x_0)^n$ rentre dans la catégorie des séries auxquelles peuvent s'appliquer les procédés précités.

» Plus généralement M. Le Roy indique que l'on pourra essayer de prendre comme somme de $\sum_0^\infty \alpha_n z^n$ l'intégrale

$$f_p(z) = \frac{1}{p}\int_0^\infty e^{-x^{\frac{1}{p}}} x^{\frac{1}{p}-1} \mathrm{F}(zx)\, dx,$$

avec

$$\mathrm{F}(z) = \sum_0^\infty \frac{\alpha_n z^n}{\Gamma(pn+1)},$$

F(z) étant une série convergente quelconque, pourvu que cette intégrale et l'intégrale

$$\frac{1}{p}\int_0^\infty \left| e^{-x^{\frac{1}{p}}} x^{\frac{1}{p}-1} \mathrm{F}(zx)\right| dx$$

existent.

» Comme cas intéressant d'application de ces idées, nous signalerons celui où F(z) est une fonction entière d'ordre réel inférieur à l'ordre apparent d (évidemment entier)

$$(\mathrm{B}) \qquad \mathrm{F}(z) = e^{a_0 z^d}\, \Phi(z),$$

$\Phi(z)$ étant une fonction entière d'ordre $< d$. On obtient alors les résultats suivants :

» *Il faut $dp \geqq 1$. L'intégrale $f(z)$ existe dans tout le plan, sauf pour $p = \frac{1}{d}$. Son seul point critique à distance finie est l'origine; elle possède probablement, en général, une infinité de valeurs, à moins que p ne soit rationnel.*

» *Pour $dp = 1$, $a_0 = \rho_0 e^{i\alpha_0}$, $f(z)$ existe dans tout le plan, sauf sur la partie des droites issues de l'origine et faisant avec Ox l'angle $2l p\pi - \alpha_0 p$, comprise entre les points $e^{2lp\pi i}\left(\frac{1}{a_0}\right)^p$ et l'∞. Les chemins d'intégration doivent être convenablement choisis (on peut prendre des droites issues de l'origine).*

» *Les séries divergentes correspondantes, et celles qu'on en déduit par addition, soustraction et multiplication des intégrales $f(z)$ sont sommables* au sens de M. Borel.

» La théorie des fonctions entières permet de former toutes les séries divergentes auxquelles ceci s'applique. En particulier, nous sommes conduit à attribuer une valeur à des séries divergentes *dont tous les termes sont positifs*, par exemple à la série $\sum_0^\infty \frac{(2n)!}{n!} z^n$, quand z est réel et positif.

» Nous obtenons encore cette propriété des fonctions entières. Soient $\sum_0^\infty \frac{\alpha_n z^n}{\Gamma(pn+1)}$, $\sum_0^\infty \frac{\beta_n z^n}{\Gamma(pn+1)}$ deux fonctions entières de la forme (B), et

$$\sum_0^\infty \gamma_n z^n = \sum_0^\infty \alpha_n z^n \sum_0^\infty \beta_n z^n;$$

formellement : *la fonction entière $\sum_0^\infty \frac{\gamma_n z^n}{\Gamma(pn+1)}$ est d'ordre apparent d, et, si son ordre réel n'est pas $< d$, il y a un secteur du plan des z où cette fonction a pour limite supérieure de son module $e^{|z|^{\frac{1}{p}}}$.* »

THERMOMÉTRIE. — *La mesure des températures élevées et la loi de Stéfan.* Note de M. **Féry**, présentée par M. Lippmann.

« On sait que, jusqu'ici, la détermination des températures supérieures au point de fusion du platine ne pouvait se faire industriellement qu'au

moyen du pyromètre optique bien connu de M. Le Chatelier, et cela en extrapolant la formule $I = KT^{-\frac{K'}{T}}$ indiquée par ce savant.

» Le point de fusion du platine n'a lui-même été obtenu par M. Violle que par extrapolation de la loi de la variation de la chaleur spécifique de ce métal avec la température.

» Il m'a semblé que la relation si simple de Stéfan

$$R = a(T^4 - t^4)$$

était tout indiquée pour la mesure des températures inaccessibles par les autres procédés, d'autant plus que l'exactitude théorique de cette formule semble maintenant tout à fait reconnue.

» R représente, on le sait, la quantité de chaleur versée par un corps rayonnant à une température absolue T sur un autre à une température t; les pouvoirs émissifs de ces deux corps étant égaux à l'unité, a est une constante.

» En remarquant que t^4 devient rapidement négligeable par rapport à T^4, la loi simplifiée applicable aux hautes températures est donc

$$R = aT^4.$$

» Il est peu de corps dont le pouvoir émissif soit assez voisin de l'unité pour qu'on puisse appliquer cette formule, mais si l'on se rappelle que, dans le cas d'une enceinte fermée, la puissance de la radiation est, d'après le théorème de Kirchhoff, *indépendante* de la nature de la paroi rayonnante et égale à l'unité, le champ des applications se trouve extrêmement élargi. En effet, dans l'industrie, le problème se réduit le plus souvent à la détermination de la température qui règne dans un four dont l'ouverture est généralement assez petite pour que la conception théorique de Kirchhoff soit vérifiée. Les cas sont assez rares où l'on a à mesurer un corps chaud en dehors du foyer; cependant, même dans ce cas, les métaux usuels recouverts généralement d'oxydes noirs satisfont sensiblement encore à la condition exigée.

» Ce sont ces considérations qui m'ont fait étudier un pyromètre à radiations calorifiques mesurant la température des solides rayonnants par l'élévation de température d'un corps thermométrique convenablement choisi.

» J'ai donné à cet appareil la forme d'une lunette (*fig.* 1) dont l'objectif O, en fluo-

rine (¹), concentre sur un réticule thermo-électrique les radiations envoyées par le foyer.

» Ce réticule est formé de deux lames (fer constantan) soudées suivant deux diamètres rectangulaires sur les deux disques A et B (*fig.* 2). Ces lames ont $0^{mm},2$ de large sur $0^{mm},003$ d'épaisseur; elles sont obtenues par laminage d'un fil rond de $0^{mm},05$ de diamètre.

» On monte ensuite les disques sur une pièce isolante *a* qui les maintient parallèles à une distance de $0^{mm},5$; on peut alors souder les deux lames minces au centre, et le

Fig. 1.

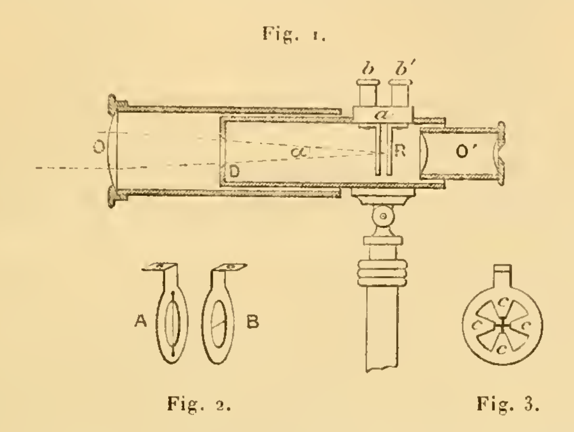


Fig. 2. Fig. 3.

couple thermo-électrique est constitué. Les prises de courant se font par deux bornes *b* et *b′*. On noircit soigneusement au noir de fumée la surface des lames du côté de la lentille objective et l'on dispose sur le disque d'avant un écran en croix dont les bras *c*, *c*, *c*, *c* (*fig.* 3) ont pour but de limiter la longueur des lames soumises au rayonnement et de rendre ainsi les indications indépendantes des dimensions de la source à partir du moment où son image couvre la partie utile du couple.

» D'autre part, pour s'affranchir de la distance du corps rayonnant, le tube de la lunette supportant le réticule R (*fig.* 1) est fermé par un diaphragme D qui limite à une valeur constante et indépendante du tirage et, par conséquent, de la mise au point *variable avec la distance* du corps chaud, l'angle au sommet α du cône formé par les rayons concentrés par la lentille.

» L'ensemble de la lunette ainsi disposée et d'un galvanomètre approprié constitue un excellent pyromètre dont la maison Pellin a accepté la construction.

» Voici la concordance des indications avec celles d'un couple platine-platine rhodié de M. Le Chatelier, placé dans un petit four électrique à résistance de platine dont on a pu élever la température jusque vers 1500° :

(¹) J'ai vérifié, au moyen d'un microradiomètre, que l'absorption de ce corps devient *proportionnelle* à la quantité de chaleur incidente à partir de 900°. Elle ne fait donc que diminuer la sensibilité de l'appareil de $\frac{1}{10}$ environ.

Déviation du galvanomètre mesurant le rayonnement.	Température indiquée par le couple.	Température d'après la loi de Stéfan [1].	Différence en degrés.	Erreur pour 100.
mm 11	844°	860°	+16°	1,85
14	914	925	+11	0,84
17,7	990	990	0	0
21,5	1054	1060	+ 6	0,60
26,0	1120	1120	0	0
32,2	1192	1190	— 2	0,17
38,7	1260	1250	—10	0,80
45,7	1328	1320	— 8	0,60
52,5	1385	1380	— 5	0,36
62,2	1458	1450	— 8	0,50

» On voit que, à part la première mesure faite à basse température et où l'on n'a pas de précision dans les lectures, l'erreur reste inférieure à 1 pour 100.

» Les indications sont très rapides, la masse à échauffer étant très faible (5 millièmes de milligramme); pour la même raison, l'appareil revient très exactement au zéro, la soudure échauffée reprenant très vite la température du corps de la lunette qui l'entoure de toutes parts.

» J'ai trouvé par la même méthode une valeur égale à 3490° pour la température du charbon positif de l'arc électrique. »

ACOUSTIQUE. — *Échelle universelle des mouvements périodiques, graduée en savarts et millisavarts.* Note de M. A. GUILLEMIN, présentée par M. J. Violle.

» En Acoustique, on emploie surtout deux unités : l'*octave* pour les grands intervalles, le *comma* pour les petits. Elles sont toutes deux fort incommodes, car pour évaluer la grandeur d'un intervalle $\frac{m}{n}$ il faut appliquer l'une des formules

$$x_{\text{oct.}} = \frac{\log \frac{m}{n}}{\log \frac{2}{1}}, \qquad \text{et} \qquad y_{\text{comma}} = \frac{\log \frac{m}{n}}{\log \frac{81}{80}},$$

et les calculs numériques qu'elles nécessitent sont fastidieux.

---

(1) On a admis la concordance pour 1120°, température encore accessible par le thermomètre à air et vers laquelle les points de fusion servant à la graduation du couple sont bien connus.

» Je propose de remplacer l'*octave* et le *comma* par le *savart* Σ et le *millisavart* σ. J'appelle savart l'intervalle $\frac{10}{1}$ dont le $\log = 1$ $\left[\text{il vaut 3 octaves + 1 tierce majeure, puisque } \frac{10}{1} = \left(\frac{2}{1}\right)^3 \times \frac{5}{4}\right]$. Avec cette unité, les formules ci-dessus deviennent aussi simples que possible :

$$x_\Sigma = \log\frac{m}{n}, \qquad \text{et} \qquad y_\sigma = 1000 \log\frac{m}{n}.$$

» *Avantages du millisavart sur le comma.* — I. Grande simplification des calculs numériques.

» II. Le comma a des prétentions théoriques qui ont causé des discussions sans issue : pour les musiciens, *sol*♯ surpasse *la*♭ de 1 comma pythagorique $\frac{3^{12}}{2^{19}}$; pour les physiciens *sol*♯ est inférieur à *la*♭ de 1,75 comma de Pythagore, ou de 1,91 comma des physiciens $\frac{81}{80}$.

» Le millisavart n'a aucune prétention théorique. Unité d'intervalle, il est relié au diapason, étalon des hauteurs, par une relation fort simple.

» Il se trouve, en effet, que la fraction dont le $\log = 0,001$ est $\frac{435}{434}$ (¹), donc :

» 1° Le millisavart est l'écart de deux diapasons français $D = 435$, quand l'un d'eux est baissé de 1 vibration par seconde;

» 2° Le millisavart est représenté par la fraction $\frac{D}{D-1}$, dont le $\log = 0,001 = 10^{-3}$.

» III. Les commas sont de grandeur si incommode que les professionnels eux-mêmes ignorent que l'octave vaut 51,151 commas de Pythagore et 55,798 commas des physiciens. Mais chacun trouvera sans peine, et avec une très grande approximation, la valeur en σ de tous les intervalles tempérés, si on lui dit une seule fois que le $\frac{1}{2}$ ton vaut 25^σ (plus exactement $25^\sigma + \frac{1}{12}$).

» IV. Le comma est de grandeur parfaitement inconnue pour les meilleures oreilles, si bien qu'on le fait servir à perpétuer certaines notions fausses. Ainsi, les musiciens le définissent comme étant le plus petit intervalle appréciable à l'oreille; les physiciens disent de même que la différence entre les deux tons $\frac{9}{8}$ et $\frac{10}{9}$ est à peine appréciable. Or rien n'est plus variable que la sensibilité de l'oreille, cette sensibilité peut être inférieure au comma pour les sons très graves, mais pour les sons élevés, d'après Weber, elle atteint $\frac{1001}{1000}$, et cet intervalle vaut $\frac{1}{12}$ de comma.

» Le σ est au contraire facile à apprécier : c'est l'intervalle qui sépare deux sons la_3

(¹) Rigoureusement, $\log\frac{435}{434} = 0,0009996$, au lieu de 0,001. Je corrigerai tout à l'heure.

imparfaitement accordés et donnant 1 battement par seconde. Ce phénomène est si net qu'il peut servir de troisième définition au millisavart.

» V. Comme le nombre des battements de deux notes formant un unisson altéré croît proportionnellement à leur hauteur, il s'ensuit que deux la_2 seront distants de 1^σ s'ils donnent $\frac{1}{2}$ battement par seconde, deux mi_4 seront distants de 1^σ s'ils donnent $\frac{3}{2}$ battement, etc. Le millisavart est donc reconnaissable à toutes les hauteurs.

» VI. Si l'on considère la fraction (α) $\dfrac{435+\frac{a}{2}}{435-\frac{a}{2}}$, qui représente deux diapasons donnant a battements par seconde, on peut s'assurer qu'elle représente un intervalle de a millisavarts. Par conséquent, l'écart de deux diapasons qui battent est égal au nombre de leurs battements.

» Ces multiples avantages du σ sont une conséquence de la formule bien connue qui donne le développement de $\log\dfrac{n+1}{n}\cdot$ Ici nous faisons $\log\dfrac{n+1}{n}=\dfrac{a}{1000}$ et nous posons $n=x+\frac{1}{2}$, ce qui donne

$$\frac{x+\frac{1}{2}}{x-\frac{1}{2}}=\frac{1000\,\mathrm{M}+\frac{a}{2}+0,00019\,a^2+\ldots}{1000\,\mathrm{M}-\frac{a}{2}+0,00019\,a^2+\ldots}.$$

» En observant que $1000\,\mathrm{M}=434,294,\ldots$ et que le terme en a^2 est négligeable tant que a reste inférieur à 100, on voit que le second terme se réduit à

$$\frac{434,3+\frac{a}{2}}{434,3-\frac{a}{2}},$$

et, comme il vaut a millisavarts, c'est la justification de notre formule (α), sauf que 435 est remplacé par 434,3.

» En conséquence, nous formulons les deux propositions suivantes :

» 1° *Définir le diapason normal* $\Delta=1000\,\mathrm{M}=434,3$.

» Ce diapason, étant défini par des considérations scientifiques et absolument impersonnelles, mérite d'être adopté par tous les peuples comme *diapason international.*

» 2° *Définir le millisavart* $1^\sigma=1000\log\dfrac{\Delta+\frac{1}{2}}{\Delta-\frac{1}{2}}\cdot$

» En langage ordinaire, le millisavart a 3 définitions concordantes :

» 1° C'est l'écart de deux diapasons Δ dont l'un est haussé et l'autre baissé de $\frac{1}{2}$ vibration;

» 2° C'est l'écart de deux diapasons faisant 1 battement par seconde;

» 3° C'est la fraction $\dfrac{\Delta+\frac{1}{2}}{\Delta-\frac{1}{2}}=1,00230$ dont le $\log=0,001$. »

PHYSIQUE. — *Sur la graduation des couples thermo-électriques.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« Au cours des expériences que j'ai poursuivies sur la mesure des températures élevées, j'ai eu l'occasion d'observer pendant plusieurs années divers couples thermo-électriques et de faire à leur sujet certaines observations intéressantes.

» L'usage des couples se répand de plus en plus dans les laboratoires; l'instantanéité de leurs indications et la faible dimension de leur partie sensible leur assurent, en effet, une supériorité pratique incontestable sur tous les autres instruments pyrométriques.

» Le couple le plus anciennement employé pour les hautes températures fut le couple platine-palladium, proposé en 1835 par A.-C. Becquerel et qu'Edmond Becquerel gradua en 1863 par comparaison avec le thermomètre à air; mais, depuis les travaux de Sainte-Claire Deville sur la métallurgie du platine et de ses alliages, on emploie plutôt, en raison de leurs points de fusion plus élevés, le couple platine-platine iridié (Tait, Barus) ou le couple platine-platine rhodié particulièrement bien étudié par M. Le Chatelier. Je me suis servi de préférence du couple platine-platine iridié, qui est moins coûteux, un peu plus sensible et non moins exact.

» Les anomalies signalées parfois dans le fonctionnement de ces divers couples me paraissent provenir presque uniquement de l'altération chimique du palladium ou du platine, quand on les porte au rouge dans une atmosphère réductrice comme celle qui peut exister dans un four à gaz ou dans la flamme d'un bec Bunsen; car, malgré un emploi presque journalier, je n'ai jamais observé d'irrégularités avec des couples chauffés électriquement dans une atmosphère d'air, d'azote ou d'anhydride carbonique.

» La relation entre les forces électromotrices e et les températures centigrades t, la soudure froide étant placée à 0°, est fort simple. Si l'on porte en coordonnées $\log e$ et $\log t$, la courbe entre 400° et 1100° est représentée, aux erreurs d'expérience près, par une droite. E. Becquerel avait appliqué une formule de ce genre au couple platine-palladium entre de faibles intervalles de température, et M. S. Holman a montré qu'elle convient dans des limites étendues aux couples formés par le platine et ses alliages.

» Il suffit donc de deux points fixes pour graduer un couple entre 400° et 1100°. Les points les plus recommandables sont, à mon avis, le point de fusion du zinc (419°) et le point de fusion de l'or (1064°); ce dernier se détermine en intercalant, entre les extrémités des deux fils du couple, un mince fil d'or de 3^{mm} à 4^{mm} de long et en lisant la force électromotrice au moment de la fusion qui amène la rupture du circuit.

» Le point d'ébullition du soufre (445°), qui a souvent été employé, est à déconseiller, car il ne donne de résultats exacts qu'à la condition d'observer une série de précautions minutieuses indiquées par MM. Heycock et Neville.

» J'ai étalonné avec un soin spécial deux couples platine-platine iridié à 10 pour 100, provenant l'un de la maison Matthey de Londres, l'autre de la maison Desmoutis de Paris. J'ai employé comme piles-étalons un élément Gouy, un Latimer-Clark et un couple fer-cuivre fonctionnant entre 0° et 100° et antérieurement calibré en valeur absolue par M. Abraham. Les points de fusion et d'ébullition ont été pris dans l'air. Les indications observées à plusieurs années de distance ont été concordantes à moins de $\frac{1}{1000}$ près.

» La Table suivante donne, à côté des températures centigrades *t*, les forces électromotrices *e* en microvolts et les températures calculées par la formule logarithmique en supposant connus les points de fusion du zinc et de l'or.

Points de fusion.

		Couple A.		Couple B.	
	t.	*e*.	*t* (calculé).	*e*.	*t* (calculé).
Glace.........	0°	0	0°	0	0°
Cadmium.....	321	3950	319,4	3615	319,1
Zinc..........	419	5244	(419)	4846	(419)
Argent.......	957	12425	957,6	11762	955,6
Or...........	1064	13870	(1064)	13200	(1064)

Points d'ébullition.

Eau..........	100	1154	98,2	1003	97,5
Aniline.......	184	2189	181,4	1966	181,0
Naphtaline....	218	2622	215,6	2371	215,5
Benzophénone.	306	3755	304,2	3450	305,4
Soufre........	445	5586	445,1	5165	444,5
Sélénium.....	690	8834	690,6	8295	690,7
Cadmium.....	778	10010	778,4	9403	776,1
Zinc..........	918	11880	917,3	11230	915,6

» La plupart des auteurs ont rencontré une sérieuse difficulté à assurer

la protection des couples contre l'attaque des métaux fondus ou bouillants dans lesquels on veut les plonger et ont eu recours à des artifices parfois compliqués. J'ai trouvé commode d'employer dans ce but les tubes de porcelaine que livre le commerce sous le nom de tubes de *Rose*. Il est seulement nécessaire de fermer une de leurs extrémités en la fondant au chalumeau oxhydrique. Leur longueur est 18^{cm}, leur diamètre extérieur 6^{mm}, leur diamètre intérieur $2^{mm},5$, ce qui suffit pour y loger le couple, si l'on emploie le tour de main indiqué par M. Le Chatelier, qui consiste à isoler les deux fils du couple par un mince cordon d'amiante que l'on replie en forme de 8, chacun des fils du couple passant dans une des boucles du 8. L'ensemble de ce système n'est guère plus encombrant qu'un thermomètre à mercure et est beaucoup moins volumineux qu'un pyromètre à résistance de platine. Avec un bon galvanomètre on obtient sans difficulté une sensibilité de $0^{o},1$ au voisinage de 1000°. »

OPTIQUE. — *Sur les indices de réfraction des mélanges liquides.* Note de M. **Edm. van Aubel**, présentée par M. Lippmann.

« M. A. Leduc a présenté récemment à l'Académie un Mémoire sur la conservation de l'énergie réfractive dans les mélanges d'alcool et d'eau (*Comptes rendus*, séance du 17 mars 1902, p. 645). D'après ce physicien, l'énergie réfractive des constituants se conserve dans le mélange, alors même qu'il se produit une contraction du volume et un dégagement de chaleur importants, en sorte que l'indice de réfraction N d'un mélange peut être exprimé par la relation

$$(1) \qquad (N-1)U = m(n-1)u + (1-m)(n'-1)u'.$$

Dans cette équation, m représente la masse d'alcool pour $(1-m)$ d'eau; u, u' et U désignent les volumes spécifiques de l'alcool, de l'eau et du mélange à la même température; enfin, n, n' et N sont leurs indices de réfraction à cette même température.

» Pour le mélange d'eau et d'alcool qui présente un maximum de l'indice de réfraction, M. A. Leduc a constaté que la relation précédente se vérifie; il admet que les erreurs des expériences peuvent affecter de 2 unités la quatrième décimale de l'indice de réfraction calculé.

» Des formules différentes de la relation (1) ont été proposées par plusieurs physiciens, notamment C. Pulfrich, L. Buchkremer, F. Schütt, etc.

» Il paraît donc utile de s'assurer si l'énergie réfractive se conserve dans les mélanges autres que celui dont M. A. Leduc s'est occupé.

» J'ai examiné, à cette fin, les mélanges suivants :

» 1° D'acétone et d'eau, en utilisant les résultats de Paul Drude (*Zeitschrift für physikalische Chemie*, vol. XXIII, 1897, p. 313);

» 2° D'aniline et d'alcool éthylique, dont les densités et les indices de réfraction ont été déterminés par W. Johst (Landolt et Börnstein, *Physikalisch-chemische Tabellen*, 2ᵉ édition, 1895, p. 442).

» On sait que les mélanges d'eau et d'acétone se forment avec contraction du volume et donnent lieu à un maximum d'indice de réfraction (Edm. van Aubel, *Journal de Physique*, 3ᵉ série, t. IV; 1895, et P. Drude, *loco citato*).

» Dans les Tableaux suivants, nous avons transcrit dans la première colonne la composition centésimale, en poids; la deuxième colonne renferme l'indice de réfraction du mélange, calculé d'après la formule (1) et pour la raie D, tandis que la dernière colonne contient les indices observés pour cette même raie et à la même température.

Mélanges d'acétone et d'eau.

En acétone pour 100.	N_D calculés.	N_D mesurés.
25	1,3516	1,3513
50	1,3635	1,3637
66,9	1,3672	1,3671
80,2	1,3667	1,3668
89,9	1,36467	1,3648
94,9	1,36334	1,3629

» L'écart entre les valeurs mesurées et calculées est souvent très faible, mais atteint 4 unités de la quatrième décimale, avec le mélange contenant 94,9 pour 100 d'acétone.

Mélanges d'aniline et d'alcool éthylique.

En aniline pour 100.	N_D calculés.	N_D mesurés.
29,463	1,42094	1,42178
38,641	1,44068	1,44095
55,875	1,47934	1,47886
71,719	1,51681	1,51596
79,242	1,53526	1,53443

» L'indice calculé diffère de l'indice mesuré de plus de 8 unités de la quatrième décimale pour les mélanges renfermant 71,719 et 79,242 pour 100 d'aniline.

» Enfin F. Schütt (*Zeitschrift für physikalische Chemie*, vol. IX, 1892, p. 352) a mesuré les pouvoirs réfringents spécifiques $\frac{n-1}{d}$ de l'alcool propylique et de ses mélanges avec le bromure d'éthylène. Appliquant la formule (1) aux divers mélanges,

il a calculé les valeurs correspondantes de la même constante physique pour le bromure d'éthylène. Les valeurs ainsi obtenues diffèrent considérablement entre elles et s'écartent beaucoup du résultat, qui est fourni par la mesure directe de la réfraction spécifique du bromure d'éthylène.

» Il ne paraît pas nécessaire d'examiner encore d'autres mélanges, pour établir que l'énergie réfractive $\frac{n-1}{d}$ ne se conserve pas, en général, dans les mélanges liquides. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variations de la température de l'air libre dans la zone comprise entre* 8^{km} *et* 13^{km} *d'altitude.* Note de M. **L. Teisserenc de Bort**, présentée par M. E. Mascart.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats de la discussion des observations rapportées par 236 ballons-sondes lancés de l'Observatoire de Météorologie dynamique et ayant dépassé l'altitude de 11^{km}, sur lesquels 74 ont atteint 14^{km}. Ces documents portent sur plusieurs années et sont répartis sur les diverses saisons.

» Ces observations, permettant d'étudier pour la première fois la température dans la zone comprise au-dessus de 10^{km}, mettent en lumière des faits nouveaux et imprévus dont le plus saillant est le suivant :

» 1° Alors qu'en moyenne la décroissance de température avec la hauteur augmente à partir des couches basses, et atteint dans les régions déjà explorées une valeur assez voisine de celle qui correspond aux variations adiabatiques de l'air sec, cette décroissance, au lieu de se maintenir à mesure que l'on s'élève, comme on l'avait supposé, passe par un maximum, puis diminue rapidement, pour devenir à peu près nulle à une altitude qui est, en moyenne, dans nos régions, de 11^{km}.

» 2° A partir d'une hauteur variable avec la situation atmosphérique (de 8^{km} à 12^{km}), commence une zone caractérisée par la très faible décroissance de température ou même par une croissance légère avec des alternatives de refroidissement et d'échauffement. Nous ne pouvons préciser l'épaisseur de cette zone; mais, d'après les observations actuelles, elle paraît atteindre au moins plusieurs kilomètres.

» C'est là un fait ignoré jusqu'ici et qui mérite d'être pris en très sérieuse considération dans l'étude de la circulation générale. Je dois ajouter que

ces résultats ne confirment pas plusieurs des conclusions auxquelles on était arrivé antérieurement, en s'appuyant sur des documents très insuffisants.

» En se rapportant aux situations atmosphériques journalières, on ne tarde pas à s'apercevoir que le point d'inflexion de la courbe des températures varie dans des limites assez étendues puisqu'on le trouve entre 8^{km} et 13^{km}. Ce fait a appelé mon attention dès les premières ascensions de nos ballons-sondes qui, étant lancés de nuit [1], fournissaient un document assez précis. Nous n'avons pas tardé à reconnaître que les ascensions dans lesquelles la température cesse de décroître à une hauteur de 8^{km} à 9^{km} se rapportent aux périodes troublées avec dépressions barométriques, et qu'au contraire les situations à hautes pressions se caractérisent par une élévation du point où la température tend à devenir uniforme.

» J'ai donné à la Société de Physique, dans ma Communication du 16 juin 1899, un exemple très net de ce phénomène en rapprochant les courbes du 14 et du 23 mars 1899. Néanmoins, comme ce résultat était absolument nouveau et contraire aux prévisions théoriques, j'ai voulu multiplier les expériences et annuler autant que possible les causes d'erreur avant d'en entretenir l'Académie.

» J'ai dû chercher d'abord à obtenir, dans les situations troublées, des ascensions atteignant des hauteurs suffisantes afin que le phénomène à étudier ne se trouve pas confiné justement dans la partie extrême de l'ascension du ballon. Vers le planement, en effet, la ventilation due au mouvement ascensionnel fait défaut et l'on peut redouter l'influence sur le thermomètre des radiations provenant du sol, du ballon et de la masse de l'enregistreur lui-même. Nous sommes parvenus, après des efforts persévérants, à lancer, même par mauvais temps, des ballons de papier portant des enregistreurs à l'altitude de 13^{km} à 14^{km}. Des améliorations instrumentales notables nous ont permis d'isoler l'organe sensible du thermomètre de la masse même de l'inscripteur dont l'inertie calorifique est assez grande.

» Les documents recueillis dans ces conditions, de précision plus grande, ont confirmé pleinement ce que nous avions remarqué tout d'abord et nous avons pu discuter séparément les courbes des différentes situations ou types de temps.

---

(1) J'ai d'ailleurs exposé dans ma Note de 1898 à l'Académie les précautions prises pour empêcher les ballons de traverser trop rapidement dans la verticale des couches d'air et obvier ainsi à l'inertie des thermomètres.

» Voici le résumé de ce classement séparé en deux groupes dont les résultats sont d'ailleurs de même sens :

		Maximum barométrique.					Basses pressions.			
		Sur l'est de l'Europe.	Sur la France et le golfe de Gascogne.	Sur la France.	A l'ouest de l'Europe.	Au sud et s.-ouest de la dépression.	Avant.	Bord.	Couloir.	Partie centrale.
		km	km	km	km	km	km	km	km	km
Altitude en kilomètres de la zone isotherme.	1899-0	11,3	12,1	11,7	11,2	12,2	11,4	11,3	9,9	10,4
	1901-2	»	12,8	11,4	11,1	12,5	11,5	»	11,9	9,7
Zone avec décroiss. de tempér. infér. à 0°,4 pour 100^m..........	1899-0	10,0	10,7	10,8	10,1	11,0	10,5	10,5	9,1	9,6
	1901-2	»	11,5	10,8	10,7	10,5	10,4	»	9,6	8,6
Altit. du maximum de décr. de température.	1899-0	8,0	8,7	8,8	7,7	9,2	8,2	8,3	7,4	8,1
	1901-2	»	8,8	8,4	8,5	8,6	8,1	»	8,1	7,1
			o	o	o	o	o	o	o	o
Valeur moy. du maximum de décroiss....	1899-0	0,93	0,95	0,92	0,87	0,89	0,89	»	0,93	0,92
	1901-2	»	0,88	0,91	0,90	0,95	0,88	0,90	0,89	0,92

» Ainsi que le montre ce Tableau, l'altitude de la zone isotherme voisine de $12^{km},5$ dans la partie centrale et nord des aires de fortes pressions s'abaisse à 10^{km} dans le centre des aires de faibles pressions. Nous verrons ultérieurement la corrélation de cette variation de niveau avec la valeur des températures de l'air, dans ces situations atmosphériques contraires. »

CHIMIE. — *Sur la fabrication de certains outils métalliques chez les Égyptiens.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Georges Lemoine.

« L'outil dont il s'agit m'a été communiqué par M. l'inspecteur des Ponts et Chaussées Aug. Choisy, le savant auteur de l'*Histoire de l'Architecture*. C'est un ciseau à froid du temps des dynasties Thébaines. Il est formé d'une lame en bronze dur grenu, dont l'épaisseur actuelle est de 3^{mm} et la largeur de 18^{mm}. Le biseau est déterminé par une section inclinée de 60° à 65° sur l'axe longitudinal et perpendiculaire à la face la plus large. Cet alliage est enserré dans une gaine en bronze doux, malléable, de $1^{mm},5$ d'épaisseur qui couvre également le biseau. Cette gaine a servi de moule au noyau central ou lui a été incorporée par un martelage à haute température. Quoi qu'il en soit, elle a pour effet de donner au bronze dur et cassant qui constitue l'outil l'élasticité nécessaire pour résister aux chocs du marteau. Cet artifice est analogue à celui qu'emploient aujourd'hui nos

constructeurs pour obtenir des organes d'automobiles capables de résister à la fois au frottement et au choc. Ils font la pièce en acier doux, puis ils cémentent les parties exposées au frottement. Celles-ci durcissent mais deviennent cassantes en se transformant en acier dur; et c'est la partie non cémentée faisant corps avec elles qui conserve à l'ensemble de la pièce une élasticité suffisante. L'acier doux est ici à l'intérieur, tandis que ci-dessus le bronze doux est à l'extérieur.

» Revenons à l'outil égyptien. La gaine se distingue du noyau central par sa texture lamellaire. La surface de séparation des deux alliages est marquée par un oxyde noir parfois tacheté de vert-de-gris. En y enfonçant le tranchant d'une tenaille aiguisée, on sépare l'enveloppe du noyau et l'on constate que les deux parties décapées et frottées n'ont pas la même densité. L'enveloppe, quoique plus oxydée, a pour densité 5,33 et le noyau 5,18. Cette anomalie exige que l'enveloppe soit plus riche en cuivre que la partie centrale, fait que l'analyse corrobore.

» Enfin, si l'on réduit une portion de l'outil par l'hydrogène vers 500°, la gaine prend une couleur rouge cuivre et l'intérieur une couleur jaune fauve.

» Voici les analyses qui indiquent la différence de composition des bronzes assez purs qui constituent les deux parties de l'outil :

Perte en réduisant par l'hydrogène après décapage :

	Enveloppe.	Noyau central.
Oxygène pour 100 à l'état H^2O	15	14,70
Acide carbonique, soufre, chlore pour 100	3,70	2,40

Analyse des corps réduits :

	Enveloppe.	Noyau central.
Oxygène restant pour 100 à l'état SnO^2 (¹)	1,65	1,60
Chlore et soufre	0,80	traces
Fer	0,70	0,30
Potasse et chaux	?	0,15
Étain	4,67	13,30
Cuivre	92,60	84,60

» La présence du chlore et du soufre est due au terrain dans lequel

(¹) Après réduction, le métal en poudre a été dissous dans une solution concentrée de chlorure ferrique; l'oxyde SnO^2, souillé de sulfure SnS et insoluble, a été recueilli et pesé.

l'objet a séjourné. Celle de la chaux et de la potasse paraît imputable aux cendres du foyer qui a servi à fondre l'alliage; car, après réduction par l'hydrogène, le métal pulvérisé et projeté dans l'eau bouillante ramène plusieurs fois au bleu la teinture de tournesol rougie par l'acide chlorhydrique; la chaux est donc à l'état libre et la potasse à l'état de carbonate.

» Remarquons enfin que l'oxydation profonde du bronze a dilaté l'alliage, de sorte que les dimensions actuelles de l'outil, ci-dessus indiquées, doivent être réduites d'environ 10 pour 100 pour correspondre aux dimensions du bronze pur initial. »

CHIMIE. — *Composition de l'hydrate de chlore.* Note de M. DE FORCRAND.

« La composition de l'hydrate de chlore a été jusqu'ici très discutée. Faraday, qui opérait par dessiccation des cristaux à froid, a publié un grand nombre d'analyses dont la moyenne donnerait : $Cl^2 + 11 H^2O$. Il a admis : $Cl^2 + 10 H^2O$.

» M. Roozeboom, qui employait à peu près la même méthode, a trouvé de 28,1 à 31,9 pour 100 de chlore; le nombre le plus élevé, 31,9, correspond à $Cl^2 + 8,35 H^2O$. Il a admis $8 H^2O$.

» Cependant M. Villard, généralisant une règle qui lui a été suggérée par l'analyse de plusieurs autres hydrates, pense que tous les hydrates de gaz ont la même formule générale : $M + 6 H^2O$, et qu'il doit en être de même pour l'hydrate de chlore.

» Pourtant il n'a point fait d'analyses, et il paraît difficile d'admettre que M. Roozeboom ait pu laisser encore dans ses cristaux de 2^{mol} à 3^{mol} d'eau non combinées.

» Les deux méthodes générales que j'ai données (¹),

$$n = \frac{Q' - Q}{1430},$$

$$L + S + n \times 1430 + \frac{T' - T}{D} \times 1000 = Q',$$

permettent de résoudre la question et d'affirmer que l'hydrate de chlore a pour formule $Cl^2 + 7 H^2O$.

» I. *Première méthode.* — Dans la formule $n = \frac{Q' - Q}{1430}$, nous connais-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 835.

sons Q′; d'après les expériences directes et les calculs dont j'ai publié récemment les résultats, sa valeur est 18360^{cal}.

» La température T′, pour laquelle la tension de l'hydrate est de 760^{mm}, est fournie très exactement par les expériences de M. Roozeboom, c'est $+9^{o},6$ C., soit $282^{o},6$ abs. On a donc

$$Q = 30 \times 282,6 = 8478$$

et par suite

$$n = \frac{13860 - 8478}{1430} = 6,91.$$

» II. *Deuxième méthode.* — Dans la formule

$$L + S + n \times 1430 + \frac{T' - T}{D} \times 1000 = Q',$$

Q′ a la même valeur que précédemment, soit 18360. T′ est encore $282^{o},6$.

» La valeur de T a été mesurée par Regnault : $-33^{o},6$, soit $239^{o},4$. Je l'ai déterminée à nouveau avec du chlore pur, liquéfié au moyen de thermomètres à toluène. J'ai trouvé ainsi une valeur à peine différente, $-34^{o},6$, soit $238^{o},4$ abs., que j'adopterai.

» Les termes L, S et D sont moins bien connus.

» Il n'y a point de détermination directe de L ni de S. Dans sa *Thermochimie*, M. Berthelot admet :

$$L = 5080 \quad \text{et} \quad S = 2600; \quad \text{soit} \quad L + S = 7680,$$

la chaleur de liquéfaction du gaz étant calculée d'après celle du brome au moyen de la relation de Trouton, et S étant pris égal à la chaleur de solidification de Br^2 liq.; mais ce ne sont là certainement que des valeurs approchées.

» Pour S, notamment, on a, pour I^2, 2980 ; pour Br^2, 2600 ; il est donc fort probable que pour Cl^2 on trouverait une chaleur de solidification un peu inférieure à 2600. Mais on peut arriver à connaître (L + S) par la méthode suivante :

» Pour Br^2 on a, d'après l'expérience :

$$\frac{L + S}{T} = \frac{7000 + 2600}{332,1} = 28,91$$

et l'on sera autorisé, étant donnée la grande analogie de Br^2 et de Cl^2, à prendre la même valeur 28,91 pour Cl^2 ; donc pour Cl^2 on aura :

$$L + S = 28,91 \times 238,4 = 6892.$$

» Enfin la valeur de D, qui est en moyenne 33°, 33, nous sera donnée plus exactement par le résultat précédent :

$$D = \frac{1000}{28,91} = 34^{\circ},59.$$

» Finalement on obtiendra

$$6892\,(^1) + n \times 1430 + \frac{282,6 - 238,4}{34,59} \times 1000 = 18360$$

et, par suite,

$$n = 7,12.$$

» Ainsi la première méthode donne $n = 6,91$; la seconde, $n = 7,12$; la formule de l'hydrate du chlore est donc bien

$$Cl^2 + 7H^2O. »$$

---

(1) 6892^{cal} est la valeur globale de (L + S). Il nous suffit de la connaître pour ces calculs. Faute de données relatives aux tensions de vapeur de Cl^2 liquide, il est impossible de déduire la valeur de L et celle de S. On peut cependant arriver à des valeurs approchées, au moyen des résultats suivants, qui ont été publiés :

Le chlore	se liquéfie à	+ 12°,5	sous la pression de	$8^{atm},5$	(Niemann),
»	»	0°	»	6	
»	»	— 50°	»	1	(Loir et Drion);

ces nombres expriment *à peu près* les tensions de vapeurs. En les combinant deux à deux et en leur appliquant la relation de Clapeyron, j'ai trouvé :

L = 4310	à la température moyenne de	+ 6°,25
L = 4350	» »	— 18,75
L = 4360	» »	— 25,0

ce qui fournirait

$$L = 4380^{cal} \text{ pour } Cl^2 \text{ à } -34^{\circ},6.$$

La différence entre 6892 et 4380 serait 2512 et donnerait la valeur de S pour Cl^2. Elle est en effet assez voisine de celle du brome 2600 et un peu inférieure, conformément aux analogies.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'acide oxyisopropylphosphinique.* Note de M. C. **Marie**, présentée par M. H. Moissan.

« Cet acide ([1]) donne deux séries de sels : des sels neutres et des sels acides parmi lesquels j'ai préparé les suivants :

» Sels de sodium : *a. Sel neutre :* $PO^3HNa^2(C^3H^6O), 5H^2O$. — Ce corps est extrêmement soluble dans l'eau et cristallise de sa solution sirupeuse en masses confuses; l'alcool ne le précipite pas de ses solutions. Les cristaux essorés sont efflorescents et perdent leur eau complètement à 100°; le sel reste ensuite inaltéré jusqu'à 210°-220°, température à laquelle il commence à se décomposer en dégageant de l'hydrogène phosphoré.

» *b. Sel acide :* $PO^3H^2Na(C^6H^6O), 6H^2O$. On sature l'acide par la soude en présence d'hélianthine et l'on précipite la solution concentrée par l'alcool. Le sel ainsi obtenu est efflorescent et perd toute son eau à 100°. Chauffé progressivement dans un courant de CO^2 il ne perd pas de poids jusqu'à 100°; à ce moment il y a départ d'acétone et d'eau, et ceci lentement jusqu'à ce que la perte atteigne 23 pour 100 à 200°-210°. La décomposition ne peut d'ailleurs être poussée plus loin sans devenir plus profonde ainsi que l'indique l'apparition de PH^3.

» Les titrages acidimétriques montrent que le sel ainsi décomposé, sensiblement neutre à la phtaléine et à l'hélianthine aussitôt après sa dissolution, reste neutre à l'hélianthine après ébullition avec un excès d'acide titré; mais l'apparition d'une acidité à la phtaléine indique nettement qu'il y a eu hydrolyse et caractérise le corps étudié comme un pyro-dérivé.

» En outre les réactions analytiques du sel, immédiatement après sa dissolution, sont très différentes de celles de l'acide oxyphosphinique dont il dérive et de celles de PO^3H^3. C'est ainsi qu'il ne réduit que lentement $HgCl^2$ et ne précipite pas l'azotate d'argent. Peu à peu, par suite de l'hydrolyse, les réactions des phosphites apparaissent nettement, et, si l'on opère sur les solutions complètement hydrolysées obtenues par ébullition avec un excès d'acide et neutralisées, celles-ci présentent toutes les propriétés caractéristiques des phosphites alcalins.

» Le mode de formation, les propriétés acidimétriques, la formation d'acétone par ébullition avec un acide étendu et ses diverses réactions qualitatives caractérisent ce corps comme le sel de sodium d'un acide mixte formé d'après la réaction

$$2PO^3H^2NaC^3H^6O = P^2O^5H^2Na^2(C^3H^6O) + H^2O + C^3H^6O.$$

» La perte de poids exigée par cette formule est de 23,4 pour 100 et correspond à

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 847.

celle observée expérimentalement alors que la décomposition totale avec formation de pyrophosphite $P^2O^5H^2Na^2$ exigerait 35,8 pour 100.

» Sel de plomb : $PO^3H.Pb(C^3H^6O)$. — On traite la solution du sel neutre de sodium par l'acétate ou l'azotate de plomb. On obtient ainsi un précipité blanc nettement cristallisé si l'on opère en solution assez étendue pour que, à froid, le précipité n'apparaisse pas immédiatement; en chauffant la précipitation s'effectue et donne des paillettes brillantes solubles environ dans 3000 parties d'eau chaude et dans 1000 parties d'eau froide, et très facilement solubles dans l'acide azotique même étendu.

» Sels de cuivre : *a. Sel acide :* $PO^3H^2\frac{Cu}{2}C^3H^6O$. — Quand on traite l'acide libre par le carbonate de cuivre en excès, on obtient non pas le sel neutre, mais une solution bleue qui, additionnée d'alcool, précipite abondamment des paillettes légères bleu clair, constituées par le sel acide et contenant, d'après l'analyse, une molécule d'alcool. Le sel répond alors à la formule $PO^3H^2\frac{Cu}{2}C^3H^6O, C^2H^5OH$; il s'effleurit lentement à l'air à la température ordinaire et rapidement à 100°; il devient alors presque blanc et correspond à $PO^3H^2\frac{Cu}{2}C^3H^6O$.

» *b. Sel neutre :* PO^3HCu, C^3H^6O, H^2O. — Quand on dissout dans l'eau chaude le sel précédent non effleuri, on sent nettement l'odeur de l'alcool qui se dégage; la dissolution est d'ailleurs incomplète, et il reste un sel insoluble cristallisé en fines aiguilles d'un bleu verdâtre, qui constituent le sel neutre hydraté; la molécule d'eau part à 150° en même temps que le sel devient vert.

» Un essai de préparation de ce corps par l'action du sulfate de cuivre sur le sel neutre de Na a donné un précipité volumineux vert qui s'agglomère à chaud en un précipité vert foncé nettement cristallisé, complètement insoluble dans l'eau, mais dont la teneur en métal ne correspond à aucune formule simple et qui doit être constitué par un mélange de sels basiques.

» Sel d'argent : PO^3HAg^2, C^3H^6O. — Précipité blanc nettement cristallisé, parfaitement stable, même à l'ébullition. Je n'ai pu préparer le sel acide correspondant; le sel se dissout facilement dans un excès d'acide ou dans l'acide azotique, mais les précipitations par l'alcool ou l'évaporation lente redonnent toujours le sel neutre qui, dans ce dernier cas, est parfaitement cristallisé en fines aiguilles atteignant plusieurs millimètres de longueur. Ces observations s'appliquent également au sel de plomb décrit plus haut.

» Ce sel d'argent donne facilement, avec les iodures alcooliques, les éthers correspondants, qui feront l'objet d'une prochaine Note. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les transformations des matières protéiques pendant la germination.* Note de M. G. André.

« Les matières protéiques que renferme la graine, et dont la complexité est très grande, se résolvent, à mesure des progrès de la germination, en

matériaux plus simples dont la majeure partie est soluble dans l'eau. Ceux-ci subissent à leur tour de nouvelles transformations, dont le mécanisme est fort obscur. En effet, ces matières azotées, solubilisées dans un premier stade de réactions (amides divers), reproduisent des albuminoïdes nouveaux, non identiques à ceux que l'on rencontre dans la graine initiale. Ces mutations de la matière azotée ont été étudiées maintes fois par de nombreux expérimentateurs, parmi les travaux desquels il faut citer principalement un mémoire de Schulze, Umlauft et Urich ([1]) ayant trait en partie au sujet dont je veux m'occuper ici. On peut se rendre compte de ce qui se passe pendant l'évolution germinative normale, en séparant les différentes matières albuminoïdes de la façon suivante.

» La graine non germée (Haricot d'Espagne) et les plantules issues de celle-ci encore fraîches sont broyées avec du verre pilé, en présence d'eau froide; ce traitement doit être renouvelé plusieurs fois. On décante le liquide sur filtre. L'eau dissout la *légumine*, que l'on précipite à froid par l'acide acétique. Le précipité recueilli est séché, et l'on y dose l'azote total. Le liquide filtré contient l'*albumine*, précipitable par la chaleur; on procède avec ce précipité comme avec le précédent. La liqueur privée d'albumine et de légumine est évaporée à sec; on dose dans le résidu l'azote total, lequel correspond à celui des amides solubles.

» Je n'ai pas abordé la séparation des albuminoïdes qui demeurent dans le résidu insoluble dans l'eau froide et dont la plus grande partie se dissout dans l'alcool à 70 pour 100 faiblement alcalinisé par la potasse. On peut admettre que ces matières protéiques répondent principalement à la conglutine de Ritthausen.

» Je m'en tiens à cette première approximation : il est, en effet, très difficile, comme je m'en suis assuré, d'exécuter sur la matière insoluble dans l'eau, surtout lorsqu'il s'agit de graines germées, une séparation quantitative des divers principes azotés, dans le genre de celle que M. Fleurent a bien décrite pour les farines de blé et de légumineuses.

» Quelque imparfaite que soit la séparation indiquée ci-dessus, elle permet néanmoins de se faire une idée approchée des transformations successives que subissent les matières protéiques pendant la germination. Celle-ci a été effectuée en confiant les graines à un bon sol arable; les analyses ont été poursuivies jusqu'au moment où le poids sec de la plante totale (plantule et cotylédons) égalait celui de la graine initiale, supposée sèche.

([1]) *Landw. Jahrbücher*, t. V, 1876, p. 20.

	Graines 25 mai 1901.	1. 1er juin.	2. 3 juin.	3. 5 juin.	4. 7 juin.	5. 10 juin.	6. 13 juin.
Poids sec de 100 unités sèches.....	g 134,18	g 117,60	g 110,90	g 105,90	g 107,60	g 129,70	g 145,40
Azote total de 100 unités sèches....	4,26	4,10	4,28	4,14	4,35	5,33	5,75
Azote de l'albumine de 100 unités sèches..........................	0,11	0	0	0	0	0	0
Azote de la légumine de 100 unités sèches..........................	1,07	0,82	0,58	0,37	0,31	0,054	0,06
Azote des composés amidés solubles dans l'eau (après séparation de l'albumine et de la légumine) de 100 unités sèches................	0,18	1,84	1,74	2,30	2,36	1,56	1,46
Azote de la partie insoluble dans l'eau de 100 unités sèches............	2,89	1,43	1,95	1,46	1,67	3,71	4,22

» I. La matière protéique qui disparaît le plus rapidement est l'albumine. Elle existe en faible quantité dans les graines examinées, où son azote ne représente que 2,5 pour 100 de l'azote total. Sitôt la germination commencée, et dès que la graine commence à perdre du poids, cette albumine disparaît et ne peut être retrouvée jusqu'à la fin de la germination. Son rôle, étant donnée la faible quantité que la graine initiale en renferme, est difficile à définir.

» La légumine, dont l'azote représente au début le quart de l'azote total de la graine non germée, diminue rapidement, mais sans jamais disparaître complètement, car on en rencontre encore dans la plantule alors que celle-ci a atteint le poids de la graine initiale; mais elle y existe en très faible quantité, car son azote n'est plus alors que le centième de l'azote total du végétal.

» L'azote amidé (asparagine et congénères), demeuré en dissolution après séparation de la légumine et de l'albumine, augmente beaucoup avec les progrès de la germination; cet azote, en effet, ne figure que pour 4,2 pour 100 de l'azote total dans la graine non germée; il s'élève progressivement et atteint 55,5 pour 100 de l'azote total à la troisième prise d'échantillon. C'est d'ailleurs à ce moment que la graine germée possède le poids minimum. Cet azote amidé ne doit évidemment provenir que pour une faible part de la transformation de la légumine. Les albuminoïdes solubles dans l'eau disparaissent donc en somme très rapidement; le travail de solubilisation des réserves azotées commence par eux et se continue jusqu'à leur disparition presque intégrale.

» II. L'azote des matières protéiques insolubles dans l'eau formé en

majeure partie de la substance appelée *conglutine* par Ritthausen, bien que celle-ci ne soit pas toujours identique à elle-même suivant les différentes espèces de graines, cet azote, disons-nous, diminue constamment depuis le début de la germination. Au moment où le poids total de la plante se rapproche de celui de sa graine (cinquième prise) et où cette plante commence à prendre de l'azote au sol, l'azote insoluble dans l'eau éprouve un accroissement très notable : cette période est caractérisée par la formation d'albuminoïdes nouveaux issus, d'une part, de la transformation de l'azote pris au sol, d'autre part et surtout, de la conversion des amides solubles en albuminoïdes, puisque, à la cinquième prise, l'azote de ces amides ne représente que 29,2 pour 100 de l'azote total alors qu'il représentait 54,2 pour 100 de cet azote à la prise d'échantillon précédente.

» Ainsi donc, à l'augmentation de l'azote total, jusque-là stationnaire, augmentation qui répond, comme je l'ai antérieurement montré, à la phase où la plantule a retrouvé le poids initial de sa graine et à l'augmentation de l'acide phosphorique, corrélative de celle de l'azote, correspond le début de la genèse de nouveaux albuminoïdes, dont les amides solubles font surtout les frais.

» III. J'ai examiné ce qui se passe chez le Haricot d'Espagne étiolé à l'obscurité absolue pendant un mois. Les plantes étiolées ne pesaient plus alors que les $\frac{51}{100}$ du poids de la graine initiale. La légumine et l'albumine avaient complètement disparu au bout de ce temps ; l'azote que l'eau seule a dissous s'élève à 83,5 pour 100 de l'azote total. Cet azote n'appartient pas seulement à celui de l'asparagine qui, dans le cas présent, n'est que le cinquième de l'azote total, mais surtout à celui d'autres corps amidés, provenant de la transformation des albuminoïdes initiaux. Ceci est conforme aux faits déjà connus. »

GÉOLOGIE GÉNÉRALE. — *Observations sur les pôles orogéniques.* Note de M. Stanislas Meunier.

« J'ai eu précédemment l'honneur de soumettre à l'Académie un procédé opératoire qui m'a paru rendre compte, par des propriétés qu'on peut attribuer à la matière nucléaire du globe terrestre, des faits relatifs à la distribution générale des montagnes en Eurasie, et à la liaison qui semble exister entre l'époque relative de leur surrection et leur situation en longitude.

» Mes conclusions ont soulevé des critiques, parmi lesquelles cette remarque que, si les montagnes de l'hémisphère nord se sont constituées

autour du pôle boréal, comme dans les expériences, il devrait en être de même autour du pôle sud, où rien d'analogue n'a été signalé.

» Une première réponse à cette objection, c'est que nous ne savons rien des reliefs du sol dans l'hémisphère sud, à cause de l'énorme masse d'eau qui le recouvre et qui, au moins jusqu'ici, a rendu à peu près impossible l'étude de sa topographie. Mais il paraît y avoir une observation toute différente à faire à cet égard encore.

» Quand on jette les yeux sur un planisphère, on est frappé de la distribution de tous les continents en deux masses considérables, de forme générale assez ressemblante et dont la grande longueur est pour chacune d'elles grossièrement perpendiculaire à celle de l'autre. La première de ces masses est l'ancien monde, avec sa grande longueur dirigée du nord-est au sud-ouest. L'autre est l'ensemble des deux Amériques, avec sa grande longueur orientée du nord-ouest au sud-est.

» Or, les particularités orographiques signalées pour le vieux monde et imitées expérimentalement se retrouvent pour l'Amérique, pourvu qu'on admette la coordination des ridements successifs autour d'un autre centre que pour le premier cas. Pour l'Europe, le pôle de ridement se trouve nettement à l'ouest du pôle géographique. Pour l'Amérique, il affecte une situation sensiblement symétrique et se trouve fort à l'est.

» Mais cela posé, on trouve, par le travers de l'Amérique, des chaînes aussi rapprochées des méridiens (c'est-à-dire très imparfaitement) que celles de l'Europe sont rapprochées des parallèles, aussi peu rectilignes, mais affectant, comme elles, une ancienneté de moins en moins grande à mesure qu'on s'éloigne du pôle orogénique.

» On rencontre d'abord, sur la côte Atlantique, les Appalaches qui, d'après les études de Dana, ont acquis leur relief aux périodes pré-siluriennes et qui font le symétrique plus ou moins exact du ridement archéen de nos régions.

» Peut-être pourrait-on voir dans le soulèvement des Montagnes Vertes quelque chose de comparable à celui de la chaîne calédonienne, qui est à peu près des mêmes temps.

» Les Alleghanys, ayant pris naissance à la fin de l'ère primaire, pourraient se comparer au ridement armoricain de M. Suess.

» Les Montagnes Rocheuses, de soulèvement très prolongé, ressemblent au ridement alpin par l'époque de leur maximum d'activité orogénique.

» Enfin, la Cordillère qui longe toute l'Amérique du Sud et qui pénètre dans le Mexique, quelque récente qu'elle soit et non finie, rappelle la chaîne apennine.

» Le fait même de la conjugaison orthogonale (très approximative, bien entendu, comme toutes les directions géologiques) est de nature à appuyer

ces observations, car partout nous voyons des contre-coups à angles droits se produire, dans les expériences où le craquellement d'une croûte est obtenu.

» En tous cas, il y a certainement, dans cet ordre d'études, des éléments nouveaux de discussion quant au régime des régions nucléaires, en proie à la contraction consécutive au refroidissement spontané de la Terre. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Glycosurie d'origine musculaire; apparition des composés glycuroniques et de la glycose dans les urines des animaux soumis à la ligature ou à l'écrasement des muscles.* Note de MM. **Cadéac** et **Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

« La glycosurie d'origine musculaire n'a pas été soupçonnée par Schiff qui a pourtant constaté la présence du sucre dans les urines de l'homme et des animaux, dont l'un des membres avait été enserré dans une ligature. C'est qu'il était dominé par cette idée que le foie est le foyer exclusif de la production du glycose, et que la ligature n'a d'autre résultats que celui d'amener la stase et d'engendrer un ferment capable de transformer l'inuline hépatique en glycose.

» Nos recherches ont pour but de démontrer : 1° que la glycosurie est consécutive à l'écrasement des muscles comme à la ligature d'un membre; 2° que cette glycosurie est d'origine musculaire.

» 1° *Glycosurie par stase sanguine ou asphyxique.* — Répétons l'expérience de Schiff en plaçant, pendant un temps variable, une ligature élastique au-dessus de la rotule du chien ou du cobaye, et recueillons ensuite les urines pour déceler la glycose à l'aide de la phénylhydrazine.

» On obtient ainsi les résultats suivants :

» A. *Cobayes.* — Chez les cobayes, la constriction de la cuisse, pendant 3 à 6 heures, détermine tantôt l'apparition des composés glycuroniques seuls, tantôt celle de ces composés et de la glycose associés. Dans ce cas, les composés glycuroniques marquent toujours le début et la fin de l'élimination. Celle-ci débute généralement après l'enlèvement de la ligature et persiste pendant un temps variable. Ces troubles urinaires sont passagers et disparaissent ordinairement en 2 à 3 jours.

» B. *Chien.* — Pareils phénomènes s'observent chez le chien. La ligature en masse fait toujours apparaître dans l'urine les composés glycuroniques; on amène leur exagération considérable quand ces produits y existent déjà normalement.

» Souvent la glycose apparaît aussi, mais comme chez le cobaye, les composés glycuroniques se révèlent les premiers et disparaissent les derniers. D'une manière géné-

rale, on remarque qu'une constriction légère ou de courte durée ne fait apparaître que de l'acide glycuronique; une constriction énergique ou prolongée pendant 7 à 8 heures détermine la glycosurie.

» Acide glycuronique et glycose ont une étroite parenté, mais l'acide glycuronique est le précurseur de la glycose; sa présence dans les urines marque le début et la cessation des troubles musculaires.

» 2° *Glycosurie par écrasement des muscles.* — L'écrasement musculaire réalise aussi sûrement que la ligature, et souvent plus rapidement, les conditions qui donnent naissance à la glycosurie et à son satellite la glycuronie.

» Chez le *cobaye,* le simple écrasement musculaire pratiqué à l'aide d'une pince de Péan, appliquée sur la cuisse, détermine l'apparition rapide des composés glycuroniques et de la glycose dans les urines. Sur un cobaye soumis pendant une demi-heure à l'écrasement par compression des muscles de la cuisse, la glycose a été décelée dans l'urine une demi-heure après l'enlèvement de la pince et a disparu 4 heures plus tard. Dans d'autres cas, les composés glycuroniques remplacent le sucre; habituellement on ne constate même que de l'acide glycuronique chez le cobaye quand l'écrasement des muscles est produit instantanément, c'est-à-dire quand la pince à écrasement est enlevée immédiatement.

» De pareils faits autorisent à penser que les grands traumatismes produits accidentellement, chez l'homme comme chez les animaux, se compliquent de glycusorie et de glycuronie. L'observation hospitalière a pleinement confirmé nos vues. Les chiens dont les pattes sont écrasées par les roues de voitures ou fracturées par de violentes contusions accusent, peu de jours après, ces désordres locaux par la présence de l'acide glycuronique ou du sucre dans les urines. Mais c'est l'homme qui nous a fourni, sur ce point, les faits les plus démonstratifs. Nous pouvons ériger en principe que toute fracture complète des membres est suivie, chez les enfants comme chez les adultes, d'élimination de principes glycuroniques ou de glycose, ou même de ces divers produits à la fois.

» C'est ordinairement 2 à 3 jours après l'accident que la phénylhydrazine accuse la présence de l'un ou de l'autre de ces produits dans les urines. Cette expulsion persiste pendant 3 semaines à 1 mois; c'est-à-dire tant que les troubles locaux ne se sont pas entièrement dissipés dans le foyer de la fracture. C'est encore ici l'acide glycuronique qui tantôt est le précurseur de la glycosurie, tantôt se montre seul pendant toute la durée de la réparation.

» L'intensité de la glycosurie qui se surajoute à la glycuronie est proportionnelle à l'intensité des lésions qui se sont produites.

» Ainsi les fractures multiples sont suivies d'une glycosurie abondante accompagnée de l'élimination d'une notable quantité de composés glycuroniques.

» Des recherches qui précèdent il résulte que les lésions musculaires consécutives à la ligature ou à l'écrasement, les lésions engendrées par des fractures ou divers traumatismes sont suivies, chez l'homme comme chez les animaux, de la production et de l'élimination de composés glycuroniques et de glycose.

» *Quelle est l'origine de ces produits?* L'étude comparative des muscles sains et des muscles altérés donne des résultats décisifs. Prenons ces deux catégories de muscles immédiatement après la mort de l'animal sacrifié par la saignée et la section du bulbe, faisons-les macérer au bain-marie, pendant 1 heure à 100°, dans de l'eau distillée.

» Le liquide filtré provenant des muscles sains, traité par la phénylhydrazine, ne renferme pas de sucre ou n'en contient que des traces; au contraire, le liquide filtré provenant des muscles écrasés ou compris dans la ligature renferme une quantité notable de sucre.

» Cette accumulation de glycose au niveau du foyer traumatique, l'absence de ce principe dans les muscles sains sont de nature à faire présumer que la glycosurie que nous avons constatée est bien d'origine musculaire.

» Dans une prochaine Communication, nous nous proposons d'apporter de nouveaux faits qui compléteront cette démonstration. »

CHIMIE ANIMALE. — *La lipase existe-t-elle dans le sérum normal.* Note de MM. **Doyon** et **A. Morel**, présentée par M. A. Chauveau.

« Hanriot (¹) prétend qu'il existe dans le sérum des Vertébrés un ferment soluble, la *lipase*, qui saponifie les éthers à acides organiques. Arthus (²) soutient que la lipase n'existe pas dans le sérum. Nous avons démontré, dans une précédente Note, que l'extrait éthéré ne diminue pas à l'étuve dans le sérum aseptique privé de globules. Par contre, il diminue considérablement lorsque les globules n'ont pas été complètement éli-

(¹) Hanriot, *Archives de Physiologie*, 1898. — *Journ. de Phys. et de Pathol. gén.*, 1902. — *Biologie*, 1902.

(²) Arthus, *Journ. de Phys. et de Pathol. gén.*, 1902. — *Biol.*, 1902.

minés par la centrifugation, sans toutefois que l'acidité du sérum augmente d'une façon correspondante ([1]). Nos résultats paraissaient venir à l'appui de l'opinion d'Arthus. Des expériences nouvelles nous permettent d'affirmer que le sérum normal ne saponifie pas l'huile de pied de bœuf, comme l'a dit Hanriot ([2]).

» Nous avons suivi la technique indiquée par Hanriot en ce qui concerne les opérations chimiques. On fait une solution de 400^{cm^3} d'eau et 100^{cm^3} d'une solution de $CO^3Na^2, 10H^2O$ à $5^g,72$ par litre. Le mélange est stérilisé, puis agité avec 1^g d'huile de pied de bœuf (oléine) stérilisée et de 20^{cm^3} de sérum. Le flacon est mis à l'étuve à 35° à des intervalles déterminés; on titre à la phtaléine l'alcalinité du mélange. Les chiffres que nous donnons représentent le nombre de centimètres cubes d'une solution d'acide acétique à $1^g,8$ par litre, nécessaire pour saturer le contenu total du flacon.

» *Expériences et résultats.* 1. Le sérum de chien et de cheval *dépourvu de microbes* ne fait pas diminuer l'alcalinité du mélange : carbonate de soude et huile.

Sérum de chien obtenu par centrifugation immédiate du sang défibriné.	Point de départ de l'alcalinité.	Alcalinité après 24 heures à 35°.
Sérum + carbonate................	75	75
Sérum + carbonate + huile........	71	71

Sérum de chien recueilli 24 heures après la coagulation.	Point de départ de l'alcalinité.	Alcalinité après 24 heures à 35°.
Sérum + carbonate................	69	69
Sérum + carbonate + huile........	66	66

Sérum de cheval recueilli par coagulation et utilisé 15 jours après.	Point de départ de l'alcalinité.	Alcalinité après 24 heures à 35°.
Sérum + carbonate................	78	78
Sérum + carbonate + huile........	78	78

» 2. Lorsque le sérum n'est pas rigoureusement aseptique, on constate que l'alcalinité du mélange diminue progressivement. Si l'expérience est prolongée un temps suffisant, 24 heures en moyenne, la réaction devient acide à la phtaléine.

([1]) Doyon et Morel, *Comptes rendus* et *Biol.*, 1902.

([2]) *Biologie*, 15 fév. 1902.

Sérum contaminé de chien recueilli 24 heures après la coagulation.	Point de départ de l'alcalinité.	Réaction après 24 heures à 35°.
Sérum + carbonate	67	acide
Sérum + carbonate + huile	64	acide

» 3. L'alcalinité d'un mélange, qui n'avait pas changé tant que celui-ci était resté aseptique, diminue sûrement si l'on ensemence le liquide avec quelques gouttes d'un mélange contaminé dont l'alcalinité a diminué, ou avec quelques gouttes d'une culture en bouillie provenant de ce milieu.

Sérum de chien recueilli 24 heures après la coagulation.	Aseptique		Le liquide est ensemencé avec quelques gouttes d'un mélange (carbonate + sérum + huile) contaminé.		
	Point de départ de l'alcalinité.	Alcalinité après 24 heures à 35°.	24 heures plus tard.	12 heures plus tard.	24 heures plus tard.
Sérum + carbonate + huile.	64	64	23	10	acide

Sérum de cheval utilisé 15 jours après la récolte.	Aseptique.		Ensemencé avec quelques gouttes d'une culture en bouillie provenant d'un mélange contaminé.
	Point de départ de l'alcalinité.	Alcalinité après 24 heures à 35°.	Alcalinité 22 heures plus tard.
Sérum + carbonate + huile.....	78	78	36

» 4. Le changement dans la réaction du mélange

(sérum + carbonate + huile)

doit être attribué pour la plus grande part à une variation de sérum. La présence de l'huile n'est pas nécessaire pour que l'alcalinité à la phtaléine du mélange disparaisse.

Sérum de chien recueilli 24 heures après la coagulation.	Aseptique.		Ensemencé avec quelques gouttes d'un mélange (sérum+carbonate+huile) contaminé.
	Point de départ de l'alcalinité.	Alcalinité après 24 heures à 35°.	Réaction 28 heures plus tard.
Sérum + carbonate	66	66	acide
Sérum + carbonate + huile....	64	63	acide

Sérum de cheval utilisé 15 jours après la récolte.	Aseptique. Point de départ de l'alcalinité.	Aseptique. Alcalinité après 24 heures à 35°.	Ensemencé avec quelques gouttes d'une culture en bouillie provenant d'un mélange contaminé. Alcalinité après 22 heures de plus.
Sérum + carbonate	78	78	37
Sérum + carbonate + huile....	78	78	36

Bouillon peptoné avec quelques gouttes d'une culture provenant d'un mélange contaminé.

	Point de départ de l'alcalinité.	Alcalinité après 24 heures à 35°.	Après 22 heures de plus.	Après 22 heures de plus.
20^{cm^3} de bouillon + carbonate........ ..	»	»	81	46
20^{cm^3} de bouillon + carbonate + huile...	111	102	81	11

» *Conclusion.* — L'existence dans le sérum normal d'une lipase agissant sur l'oléine n'est pas démontrée. Dans une prochaine Note, nous nous proposons d'établir que, pas plus que le sérum, le sang total ne saponifie les graisses surajoutées. »

PATHOLOGIE. — *Sur l'ostéomyélite aiguë polymicrobienne.* Note de M. **Ragalski**, présentée par M. Lannelongue.

« La Communication récente de M. Lannelongue sur l'ostéomyélite polymicrobienne, dont la gravité réclame la trépanation d'urgence qui seule semble pouvoir sauver la vie des sujets, ainsi qu'en témoignent les faits relevés par l'autorité incontestée de notre maître, trouve un appui nouveau dans l'observation suivante, qui m'avait singulièrement frappé sans que j'eusse osé l'interpréter comme il convenait.

» Le fait s'est passé à Constantinople, à l'hôpital clinique de Gul-Hané en 1900, où je remplissais les fonctions de chef de service. Il s'y présenta un malheureux Kurde, avec tous les signes d'une infection grave récente : coma, grincement des dents, incontinence des matières fécales et des urines. On pensa d'abord à une fièvre typhoïde, à une méningite; mais bientôt mon attention fut attirée du côté de la région sus-claviculaire gauche, par l'attitude fléchie de la tête et une douleur très vive à ce niveau.

» Je diagnostiquai une ostéomyélite de la clavicule ; deux jours après, le malade mourut. On fit immédiatement l'analyse bactériologique du sang de cet os et l'on y trouva le colibacille et le staphylocoque qui fournirent de très belles cultures. Il n'y avait pas la moindre trace de pus. Après la Communication de M. Lannelongue, je regrette de n'avoir pas ouvert largement la clavicule. La maladie a eu une marche suraiguë, dont la malignité peut être expliquée par l'association des deux agents microbiens. »

M. A. **Pellet** adresse une Note « Sur la méthode d'approximation de Newton ».

M. Emm. **Pozzi-Escot** adresse une Note « Sur le commensalisme de certains ferments diastasiques et réducteurs dans certains tubercules. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 avril 1902.

Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Direction du Travail. Statistique générale de la France. *Statistique annuelle du mouvement de la population pour les années* 1899 *et* 1900; t. XXIX et XXX. Paris, Imprimerie Nationale, 1901; 1 vol. in-4°.

L'Année industrielle, découvertes scientifiques et inventions nouvelles en 1901, par Max de Nansouty. Paris, Félix Juven, s. d.; 1 vol. in-12.

Aperçu historique sur l'exploitation des mines métalliques et des substances minérales, par Alfred Caraven-Cachin. Paris, Masson et Cie, J.-B. Baillière et fils, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Bulletin de la Société internationale des Électriciens : Table générale des Matières, 1re série, 1884-1900. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 fasc. in-4°.

Theorie der kleinen Planeten. Die Planeten vom Hecuba Typus, von Julius Kramer. Berlin, Wiedmann, 1902; 1 vol. in-4°.

Directe Photographie in natürlichen Farben (Körperfarben) auf Papier, v. Herr Karl Worel. (Extr. des *Akademischen Anzeiger,* n° VIII.) Vienne, 1902; 2 feuilles in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Toronto general meteorogical register for the year 1901; s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

The chemical origins of the lines in Nova Persei, by sir NORMAN LOCKYER. Londres, Harrisson et fils, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Ueber physiologische Fernewirkung, von Dr FERDINAND ELM. Kiel, Lipsius et Tischer, 1901; 1 fasc. in-8°.

Weiteres über physiologische Fernewirkung und deren Bedeutung, von Dr FERDINAND ELM. Kiel et Leipzig, Lipsius et Tischer, 1902; 1 fasc. in-8°.

Astronomisch-geodätische Arbeiten. I. Ordnung. *Bestimmung der Längendifferenz Potsdam-Pulkowa im Jahre* 1901. Berlin, P. Stankiewicz, 1902; 1 fasc. in-4°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, rédigé par N. KRICHTAFOVITCH; vol. IV, livr. 10. Novo-Alexandria, 1901; 1 fasc. in-4°.

Annuaire météorologique pour 1899, *publié par l'Institut météorologique royal des Pays-Bas*, 51e année. Utrecht, 1902; 1 vol. in-4°.

Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe; Bd. CX, Jahrgang 1901. Vienne, 8 fasc. in-8°.

Mittheilungen der Erdbeben-Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien; neue Folge, nos II-VI. Vienne, 1901; 5 fasc. in-8°.

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe; Bd. LXIX u. LXXIII. Vienne, 1901; 2 vol. in-4°.

Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus; Jahrg. 1899 u. 1900, neue Folge. Bd. XXXVI u. XXXVII. Vienne, 1902; 2 vol. in-4°.

Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando, pub. por el director don JUAN VINIEGRA; Seccion 2a: *Observaciones meteorologicas, magneticas y seismicas, anno* 1899. *Apendice: Observaciones pluviometricas de los anos* 1805 *a* 1899. San Fernando, 1900; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 AVRIL 1902.

Éloges académiques, par JOSEPH BERTRAND; nouvelle série, avec un *Éloge historique de Joseph Bertrand*, par GASTON DARBOUX. Paris, Hachette et Cie, 1902; 1 vol. in-12.

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de M. JULES RICHARD; fascicule XXI: *Holothuries provenant des campagnes de la* Princesse-Alice (1892-1897), par EDGARD HÉROUARD, avec 8 planches. Imprimerie de Monaco, 1902; 1 fasc. in-4°. (Hommage de S. A. S. le prince de Monaco.)

Le linceul du Christ, étude scientifique par P. VIGNON (2 planches en héliogravure). Paris, Masson et Cie, s. d.; 1 feuille colombier d'impression et 1 feuille raisin. (Présenté par M. Delage.)

Nouveau système astronomique, par A. BITTEROLFF. Bordeaux, Y. Cadoret, 1902; 1 vol. in-12.

Ce que l'on appelle la féodalité financière. Le classement et la répartition des actions et obligations de Chemins de fer de 1860 *à* 1900, par ALFRED NEYMARCK. Paris, Guillaumin et Cie, 1902; 1 fasc. in-8°.

Compagnie des Chemins de fer du Midi. Comptes de l'exercice 1901. Paris, impr. Buttner-Thierry et Cie, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut, n° 160, livraison du 15 avril 1902. Paris, Paul Dupont; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société zoologique de France, année 1901, Tome XXVI. Paris; 1 vol. in-8°.

Gouvernement général de l'Indo-Chine. Bulletin publié par la Direction de l'Agriculture et du Commerce, 5e année, n° 1, janvier 1902. Hanoï, F.-H. Schneider, 1 fasc. in-8°. (*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 14 avril 1902.)

Note de M. *Duboin,* Sur les combinaisons de l'alumine avec le sesquioxyde de chrome :

Page 841, ligne 18, *au lieu de* 10,35 à 10,87 d'alumine, *lisez* 10,35 à 10,87 d'oxyde de chrome.

(Séance du 21 avril 1902.)

Note de M. *de Bussy,* Résistance due aux vagues satellites :

Page 884, ligne 11, *au lieu de* que la vague en plan soit modifiée, *lisez* que la configuration en plan de la vague soit modifiée.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 MAI 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *L. Fuchs*, Correspondant pour la Section de Géométrie, décédé à Berlin le 26 avril 1902.

PHYSICO-CHIMIE. — *Études sur les piles fondées sur le concours d'une réaction saline avec l'action réciproque des liquides oxydants et réducteurs.* — Conclusions; par M. **Berthelot**.

« Nous allons examiner maintenant les piles fondées sur le concours d'une réaction saline, — autre que la combinaison d'un acide et d'une base, — avec l'action réciproque des liquides oxydants et réducteurs. Ces piles complexes offrent un intérêt particulier, en raison de leur aptitude à développer non seulement des forces électromotrices notables, mais aussi des électrolyses extérieures, résultant d'un débit continu et efficace; ce que ne font pas les piles simples, fondées uniquement sur les réactions salines. Cette efficacité est d'autant plus remarquable que la résistance intérieure des piles simples semble devoir être augmentée par l'addition des liquides moins conducteurs que les dissolutions des acides, des bases et des sels; je veux parler des dissolutions d'eau oxygénée et de pyrogallol, ou de formol [1]. Cependant, cette addition, loin de nuire aux électrolyses extérieures, les rend au contraire plus efficaces, et elle rapproche ainsi les effets des piles actuelles de ceux des piles ordinaires, où l'action d'un corps oxy-

---

[1] Voir plus loin, aux Conclusions.

dable, tel qu'un métal, concourt avec l'union d'un acide et de l'oxyde métallique, formé en vertu d'une oxydation simultanée.

I. — Acide libre opposé a son sel de sodium (1).

» 1. *Sulfate.* — SO^4Na^2 intérieur et SO^4H^2 extérieur : $0^{volt},24$.

$C^6H^6O^3$ intérieur d'abord ..	$0^{volt},29$;	puis H^2O^2 extérieur.....	$0^{volt},36$
H^2O^2 extérieur d'abord	$0^{volt},19$;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur...	$0^{volt},32$

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ extérieur..	$0^{volt},15$;	puis H^2O^2 intérieur.....	$0^{volt},06$	Pôle acide négatif dans l'état final.
H^2O^2 intérieur	$0^{volt},06$;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur..	$0^{volt},11$	

» Les composés étant chacun à son pôle normal, on voit que le voltage va croissant par les additions successives d'eau oxygénée et de pyrogallol.

» En sens contrarié, il y a inversion de pôles et voltage réduit par la polarisation. Voici d'autres essais :

$C^6H^6O^3$ aux deux pôles..........	$0^{volt},23$
H^2O^2 aux deux pôles	$0^{volt},11$

» Essais électrolytiques : *Pyrogallol* intérieur seul : 12 éléments ($3^{volts},4$); pas d'électrolyse extérieure visible.

» Pyrogallol intérieur $+ H^2O^2$ extérieur : 12 éléments ($4^{volts},3$). Électrolyse (dans le voltamètre) de l'acide sulfurique étendu; rendue plus rapide par l'addition de pyrogallol dans le voltamètre.

» SO^4Na^2 décomposé en acide et base.

» 6 éléments ($2^{volts},1$) : l'acide sulfurique étendu seul ne donne pas de signe d'électrolyse. Mais il fournit H, par addition de pyrogallol dans le voltamètre. — Décomposition de SO^4Na^2 en acide et base.

» Ici l'électrolyse est activée par le concours des deux agents.

» On remarquera que le voltage résultant de l'action de l'acide sur le sel ($0^{volt},24$) n'est accru que de moitié ($0^{volt},36$), par l'intervention des agents oxydants et réducteurs; il demeure bien plus faible que celui qui résulterait de la seule action de l'acide sur la base.

---

(1) Rappelons, pour éviter toute confusion, que l'hydrogène, la base, le sel (opposé à son acide), le pyrogallol jouent le rôle électropositif; tandis que l'oxygène, l'acide, le sel (opposé à son alcali), l'eau oxygénée jouent le rôle électronégatif.

» 2. *Oxalate*. — $C^2Na^2O^4$ (vase intérieur, sel) + $C^2H^2O^2$ (vase extérieur, acide). 1 élément : $0^{volt},30$.

$C^6H^6O^3$ intérieur d'abord . .	$0^{volt},46$;	puis H^2O^2 extérieur.	$0^{volt},45$
H^2O^2 extérieur	$0^{volt},36$;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur. . .	$0^{volt},46$

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ extérieur d'abord. .	$0^{volt},27$;	puis H^2O^2 intérieur	$0^{volt},12$
H^2O^2 intérieur	$0^{volt},23$;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur. . .	$0^{volt},06$

» Polarisation irrégulière. Mêmes remarques que pour l'acide sulfurique opposé à son sel de soude.

$C^6H^6O^3$ aux deux pôles.	$0^{volt},38$
H^2O^2 aux deux pôles	$0^{volt},24$

» Essais électrolytiques : H^2O^2 seul extérieur, 12 éléments ($4^{volts},3$) : rien.

» $C^6H^6O^3$ seul intérieur, 12 éléments ($5^{volts},5$). Décomposition immédiate de l'eau acidulée dans le voltamètre.

» 6 éléments ($2^{volts},7$). Décomposition plus lente de l'eau acidulée. Décomposition de SO^4Na^2 en acide et base. 4 élém. ($1^{volt},8$). Rien de visible.

» 3. *Lactate*. — $C^3H^5NaO^3$ (vase intérieur, sel) + $C^3H^6O^3$ (vase extérieur, acide). 1 élément : $0^{volt},13$.

» 12 éléments ($1^{volt},6$). Électrolyse nulle.

$C^6H^6O^3$ intérieur.	$0^{volt},46$;	puis H^2O^2 extérieur	$0^{volt},45$
H^2O^2 extérieur.	$0^{volt},22$;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur . . .	$0^{volt},42$

» Après une heure et demie (circuit ouvert) le voltage de l'élément a baissé de 0,45 à 0,35.

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ ext. :	$0^{volt},07$;	puis H^2O^2 int.	$0^{volt},02$ polarisation, inversion;
H^2O^2 int. :	0,14;	puis $C^6H^6O^3$ ext. . . .	0,01 inversion;
H^2O^2	aux deux pôles.		0,20
$C^6H^6O^3$	d°		0,29

» Électrolyse : Pyrogallol intérieur seul. 12 éléments ($5^{volts},4$). Rien.

» Pyrogallol intérieur + H^2O^2 extérieur. 12 éléments ($5^{volts},4$).

» Eau acidulée, pression $0^m,76$: rien ; mais avec une pression de $0^m,02$, gaz visibles. SO^4Na^2 décomposé en acide et base.

» Formol + H^2O^2. 12 éléments : rien.

» 4. *Acétate.*

$C^2H^3NaO^2$ (vase intérieur, sel) $C^2H^4O^2$ (vase extérieur, acide) : $0^{volt},12$
$C^6H^6O^3$ intérieur et H^2O^2 extérieur..... $0^{volt},44$
$C^6H^6O^3$ ext. : $0^{volt},06$; puis H^2O^2 int........... $0^{volt},01$ (polarisation)

» 5. *Chlorure.*

NaCl (vase intérieur, sel) HCl (vase extérieur, acide) : $0^{volt},13$

$C^6H^6O^3$ int. :	$\overset{volt}{0,34}$;	puis H^2O^2 ext., 1 élém...	$\overset{volt}{0,42}$
H^2O^2 ext. :	0,30;	puis $C^6H^6O^3$ int.......	0,43
$C^6H^6O^3$ ext. :	0,03;	puis H^2O^2 int.........	0,11 (polarisation)
H^2O^2 int. :	0,07;	puis $C^6H^6O^3$ ext.......	0,14
$C^6H^6O^3$ aux deux pôles		....	0,235
H^2O^2	d°	....	0,11

» 6. *Azotate.*

$AzO^3Na + AzO^3H$ .... $0^{volt},16$

$C^6H^6O^3$ intérieur :	$\overset{volt}{0,32}$;	puis H^2O^2 extérieur......	$\overset{volt}{0,38}$
H^2O^2 extérieur :	0,14;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur....	0,37
$C^6H^6O^3$ extérieur :	0,02;	puis H^2O^2 intérieur......	0,20
H^2O^2 intérieur :	0,07;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur....	0,22

» 7. *Formiate.*

$CHNaO^2$ (vase intérieur, sel) + CH^2O^2 (vase extérieur, acide), polarisation

$C^6H^6O^3$ intérieur, polarisation (l'acide au pôle —), 1 élément	$\overset{volt}{0,06}$
on ajoute H^2O^2 extérieur (l'acide redevient pôle +), »	0,26
H^2O^2 extérieur : $0^{volt},35$; on ajoute $C^6H^6O^3$ intérieur	0,26

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ extérieur : $0^{volt},13$; puis H^2O^2 intérieur : $0^{volt},20$ (inversion);
H^2O^2 intérieur : $0^{volt},22$; puis $C^6H^6O^3$ extérieur : $0^{volt},20$;
$C^6H^6O^3$ aux deux pôles .... $0^{volt},02$
H^2O^2 aux deux pôles................................ $0^{volt},29$

» Essais électrolytiques :

» H^2O^2 extérieur seul. 12 éléments ($3^{volts},4$). Pas d'électrolyse visible, même dans le vide, $0^m,02$; ni avec pyrogallol dans le voltamètre.

» *Pyrogallol :* H^2O^2 extérieur + $C^6H^6O^3$ intérieur. 12 éléments(3^{volts}, 7).

» L'eau acidulée ne fournit pas de gaz sous la pression 0^m,760; mais il s'en dégage aux deux électrodes du voltamètre sous la pression 0^m,05.

» 8 éléments. De même, péniblement. En outre, SO^4Na^2 décomposé en acide et base.

» *Glucose* intérieur + H^2O^2 extérieur (0^{volt},23). 12 éléments (2^{volts},8). Rien.

» *Formol* intérieur + H^2O^2 extérieur (0^{volt},20). 12 éléments. Rien.

» 8. *Chlorhydrate d'ammoniaque.*

AzH^4Cl	+	HCl
(vase intérieur, sel)		(vase extérieur, acide)

$C^6H^6O^3$ intérieur :	0^{volt},19;	puis H^2O^2 extérieur...........	0^{volt},37
H^2O^2 extérieur :	0^{volt},32;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur........	0^{volt},38

» En sens inverse :

$C^6H^6O^3$ extérieur ou H^2O^2 intérieur

développent des effets de polarisation.

II. — Soude libre opposée au sel de soude.

» 1. *Chlorure.*

$NaOH$	+	$NaCl$	
(intérieur, alcali)		(extérieur, sel)	0^{volt},35

	volt		volt
$C^6H^6O^3$ intérieur :	0,65;	puis H^2O^2 extérieur...............	0,84
H^2O^2 extérieur :	0,43;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur.............	0,85

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ extérieur :	0,14;	puis H^2O^2 intérieur................	0,24
H^2O^2 intérieur :	0,41;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur.............	0,25

» 2. *Sulfate.*

$NaOH$	+	SO^4Na^2
(intérieur, alcali)		(extérieur, sel)

	volt		volt
$C^6H^6O^3$ intérieur :	0,44;	puis H^2O^2 extérieur...............	0,78
H^2O^2 extérieur :	0,39;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur.............	0,76

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ extérieur :	0,005;	puis H^2O^2 intérieur...............	0,10
H^2O^2 intérieur :	0,20;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur.............	0,08

» Électrolyse : Pyrogallol intérieur seul.

» 6 éléments ($2^{volts},6$). Sous la pression $0^m,76$, avec l'acide étendu, dégagement gazeux faible. Dans le vide, gaz nets.

» 4, 3, 2 éléments : rien. On ajoute du pyrogallol dans le voltamètre. Sous la pression $0^m,76$, rien. Dans le vide, avec 2 éléments ($0^{volt},9$), H net.

» 1 élément : rien.

» Pyrogallol intérieur et H^2O^2 extérieur.

» 4 éléments ($3^{volts},1$) avec l'acide étendu dans le voltamètre, pression $0^m,76$, gaz faibles; dans le vide, nets.

» 3 éléments ($2^{volts},4$) avec l'acide étendu, pression $0^m,76$, rien; dans le vide, dégagement gazeux lent.

» 2 éléments, rien. Mais en ajoutant du pyrogallol dans le voltamètre (pression $0^m,76$), H se dégage. Dans le vide, gaz H plus activement.

» 1 élément ($0^{volt},8$). L'hydrogène apparaît encore dans le vide, lorsque le pyrogallol est ajouté à l'eau acidulée du voltamètre.

» 3. *Azotate.*

$NaOH + AzO^3Na$ . . . . $0^{volt},38$

	volt		volt
$C^6H^6O^3$ intérieur :	0,76;	puis H^2O^2 extérieur	0,85
H^2O^2 extérieur :	0,44;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur	0,86

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ extérieur :	0,13;	puis H^2O^2 intérieur	0,24
H^2O^2 intérieur :	0,47;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur	0,25

» 4. *Acétate.*

$NaOH + C^2H^3NaO^2$ . . . . $0^{volt},22$

	volt		volt
$C^6H^6O^3$ intérieur :	0,60;	puis H^2O^2 extérieur	0,59
H^2O^2 extérieur :	0,024;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur . . .	0,59

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ extérieur :	0,03 (sel —);	puis H^2O^2 intérieur	0,07 (sel +)
H^2O^2 intérieur :	0,02 (sel —);	puis $C^6H^6O^3$ extérieur . . .	0,08

» 5. *Oxalate.*

$NaOH + C^2Na^2O^4$ . . . . $0^{volt},12$

	volt		volt
$C^6H^6O^3$ intérieur :	0,48;	puis H^2O^2 extérieur	0,54
H^2O^2 extérieur :	0,20;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur . .	0,55

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ intérieur : 0,07 (sel —);	puis H^2O^2 intérieur..... 0,05 (sel +)
H^2O^2 intérieur : 0,18;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur.. 0,07

» 6. *Lactate.*

$NaOH + C^3H^5NaO^3$ .... $0^{volt},21$

$C^6H^6O^3$ intérieur : $0^{volt},51$;	puis H^2O^2 extérieur .... $0^{volt},67$
H^2O^2 extérieur : 0,31;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur 0,67

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ extérieur : 0,05;	puis H^2O^2 intérieur.................. 0,14
H^2O^2 intérieur : 0,33;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur 0,14

» Électrolyse : Pyrogallol intérieur seul.

» 6 éléments (3^{volts}), même dans le vide, rien avec l'eau acidulée. Mais pyrogallol ajouté dans le voltamètre, gaz dégagés : indice de cette réaction sous la pression $0^m,76$. Dans le vide, elle est nette.

» Pyrogallol intérieur + H^2O^2 extérieur.

» 6 éléments (4^{volts}). Pression $0^m,76$. Avec l'eau acidulée, gaz nets.

» 4 éléments ($2^{volts},7$) dans le vide, gaz.

» 3 éléments (2^{volts}) dans le vide, gaz faibles. Mais en ajoutant pyrogallol dans le voltamètre ($0^m,76$), gaz H net.

» 7. *Formiate.*

$NaOH + CHNaO^2$ .... $0^{volt},17$

$C^6H^6O^3$ intérieur : $0^{volt},34$;	puis H^2O^2 extérieur..... $0^{volt},66$
H^2O^2 extérieur : 0,21 (sel —);	puis $C^6H^6O^3$ intérieur... 0,61

» En sens contrarié :

$C^6H^6O^3$ extérieur : 0,34;	puis H^2O^2 intérieur...... 0,08
H^2O^2 intérieur : 0,02;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur.... 0,08

» 8. *Chlorhydrate d'ammoniaque.*

AzH^3 (intérieur, alcali) + AzH^4Cl (extérieur, sel) $0^{volt},24$

$C^6H^6O^3$ intérieur : $0^{volt},51$;	puis H^2O^2 extérieur .... $0^{volt},65$
H^2O^2 extérieur : 0,32;	puis $C^6H^6O^3$ intérieur 0,62
$C^6H^6O^3$ extérieur : 0,06;	puis H^2O^2 intérieur................. 0,17
H^2O^2 intérieur : 0,26;	puis $C^6H^6O^3$ extérieur............. 0,15

» Électrolyse : Pyrogallol intérieur seul.

» 12 éléments ($6^{volts},1$) avec l'acide étendu ($0^m,76$), trace de gaz; dans le vide, faible dégagement.

» 6 éléments (3^{volts}); dans le vide avec l'acide étendu seul, rien. Mais avec pyrogallol ajouté dans le voltamètre sous la pression $0^m,76$, gaz H faible; dans le vide, dégagement net.

» Pyrogallol + H^2O^2.

» 12 éléments ($7^{volts},8$). Eau acidulée du voltamètre ($0^m,76$), gaz nets.

» Pyrogallol dans le voltamètre, dégagement de H activé.

» Ainsi, dans le sens normal, les forces électromotrices croissent par les additions successives d'eau oxygénée et de pyrogallol; un peu moins vite en ajoutant le pyrogallol d'abord.

» Les chiffres maximums ne diffèrent pas beaucoup pour les différents sels.

» En sens contrarié, il y a polarisation et souvent inversion des pôles.

» Les essais électrolytiques pour cette série montrent que le débit est singulièrement activé par la présence de l'alcali, soude ou ammoniaque, et par sa réaction sur le pyrogallol.

III. — Acide ordinaire et sel d'acide faible.

» 1. J'ai étudié surtout la réaction de l'acide *lactique* sur le *bicarbonate de soude*.

CO^3NaH (vase extérieur, sel) + $C^3H^6O^3$ (vase extérieur, acide) } 1 élément : $0^{volt},20$

H^2O^2 extérieur seul	les effets sont peu modifiés;
H^2O^2 intérieur seul	$0^{volt},07$; polarisation;
$C^6H^6O^3$ intérieur seul	$0^{volt},42$;
$C^6H^6O^3$ extérieur seul	$0^{volt},07$; polarisation;

$C^6H^6O^3$ intérieur et intérieur, à la fois, ou successivement : $0^{volt},36$.

$C^6H^6O^3$ intérieur + H^2O^2 extérieur : $0^{volt},58$.

» En sens contrarié :

H^2O^2 intérieur + $C^6H^6O^3$ extérieur : $0^{volt},01$; polarisation.

» Essais d'électrolyse :

» H^2O^2 extérieur seul :

» 42 éléments n'ont pas fourni d'électrolyse visible dans le voltamètre avec l'eau acidulée.

» Au contraire, *pyrogallol* intérieur seul dans la pile :

» 6 éléments ($2^{volts},5$). Décomposition lente de l'eau acidulée et de SO^4Na^2 en acide et base.

» 4 éléments ($1^{volt},7$) décomposant l'eau acidulée additionnée de pyrogallol, en dégageant H. SO^4Na^2 en acide et base.

» $C^6H^6O^3$ dans les deux vases.

» 12 éléments : pas d'électrolyse visible de l'eau acidulée.

» 6 éléments : eau acidulée additionnée de pyrogallol, trace de gaz.

» $C^6H^6O^3$ intérieur + H^2O^2 extérieur :

» 4 éléments ($2^{volts},3$) décomposent rapidement l'eau acidulée. Décomposition de SO^4Na^2 en acide et base.

» 3 éléments : peu de gaz visible dans le voltamètre; mais décomposition de SO^4Na^2 en acide et base.

» 2 éléments ($1^{volt},1$) : avec l'eau acidulée additionnée de pyrogallol, fournissent du gaz hydrogène. Décomposition de SO^4Na^2 en acide et base.

» 1 élément : rien.

» Avec 6 éléments, il se produit de l'oxygène libre; en même temps que de la matière noire autour de l'électrode positive.

» Ce groupe d'expériences est intéressant à différents points de vue. En premier lieu, il montre que le pyrogallol, c'est-à-dire le corps réducteur, ajouté dans l'intérieur d'une pile formée d'acide lactique et de bicarbonate de soude, suffit sans eau oxygénée pour réaliser l'électrolyse de l'eau, ainsi que la séparation du sulfate de soude en acide et base. Mais le voltage ainsi obtenu ($0^{volt},42$) est inférieur à celui que l'on réalise en ajoutant en même temps de l'eau oxygénée à l'autre pôle ($0^{volt},58$). Aussi l'électrolyse est-elle plus difficile.

» Le voltage est moindre encore et l'électrolyse moins assurée, lorsque le pyrogallol, c'est-à-dire le corps réducteur, existe à la fois dans les deux liqueurs, en même proportion relative; ce qui arrive évidemment en raison de l'effet polarisant exercé sur le pôle positif. En effet, l'électrolyse n'est plus réalisable si le pyrogallol est ajouté au pôle négatif seul, le voltage devenant presque nul.

» Ces conditions diverses méritent d'autant plus l'attention qu'elles sont susceptibles d'être réalisées, lorsque certains liquides de l'économie

viennent à être mis en rapport les uns avec les autres, par l'intermédiaire de membranes et autres agents dialyseurs.

» Mettons en œuvre, avec une pile formée d'acide lactique et de bicarbonate de soude, d'autres composés oxydables.

» *Formol* intérieur seul : $0^{volt},31$.

» Électrolyse : 12 éléments ($3^{volts},7$). Eau acidulée seule dans le voltamètre, rien de visible; mais en ajoutant du pyrogallol, il se produit des bulles d'hydrogène, rares d'ailleurs.

» Le sulfate de soude est décomposé en acide et base.

» Formol intérieur + H^2O^2 extérieur : $0^{volt},43$.

» Électrolyse : 12 éléments. Eau acidulée ($0^m,76$) : rien. Mais sous une pression réduite à $0^m,06$, dégagement des gaz net.

» *Glucose* aux deux pôles : 12 éléments, pas d'électrolyse. On voit que ce corps agit avec moins d'énergie que le pyrogallol ou le formol. Mais il devient efficace avec le concours d'un oxydant.

» Glucose intérieur + H^2O^2 extérieur, vers 20° : $0^{volt},31$.

» Réaction électrolytique, plus difficile d'ailleurs que les précédentes.

» En effet, 24 éléments en série ($3^{volts},7 \times 2$) ne donnent rien de visible avec SO^4H^2 dilué et des électrodes à la Wollaston, sous la pression ordinaire. Mais en opérant l'électrolyse extérieure sous une pression réduite à $0^m,06$, il se dégage immédiatement — c'est-à-dire dès le début du remplissage des vases de la pile comme plus tard — des gaz aux deux électrodes : l'hydrogène en bulles plus fines et plus nombreuses, l'oxygène en bulles plus grosses et plus rares. Cela, tant avec les 24 éléments disposés en une seule série qu'avec deux séries de 12 éléments chacune, groupés en quantité : le dégagement gazeux est plus marqué dans le second cas. On arrête le courant, on fait disparaître les bulles par l'agitation, puis on renverse les pôles : le dégagement des gaz reparaît aussitôt, avec des caractères inverses aux électrodes. De même, on observe la décomposition du sulfate de soude et du chlorure de sodium en acide et base libres.

» Dans cette expérience, au bout de 2 heures, le circuit ayant été fermé (en plusieurs fois) pendant 45 minutes en tout, le voltage d'un élément avait baissé seulement de $0^{volt},31$ à $0^{volt},29$.

» Le titre acide de la liqueur renfermant l'acide lactique n'avait pas varié sensiblement; il répondait, à la fin comme au début, à 44 divisions d'une solution alcaline. Quant au titre de l'eau oxygénée du même vase, son titre en oxygène (dosé par le permanganate) a baissé seulement de 111 divisions à 110.

» On voit que la consommation chimique intérieure d'une pile de ce genre, aussi bien que son débit extérieur, sont excessivement faibles. Mais ce sont là précisément des caractères de la formation des acides dans l'économie animale. Celle de l'acide chlorhydrique dans l'estomac ne s'élèverait guère, d'après certaines évaluations, que vers $0^g,10$ en 24 heures; et celle des acides de l'urine, qui est bien plus abondante, ne surpasse pas quelques grammes.

» Or, de telles formations — accomplies au sein d'un organe, et rapportées à la masse totale du sang qui traverse cet organe, par le fait de la circulation en 24 heures, — ne modifieraient pas d'une façon appréciable la composition du sang; s'il n'existait pas d'ailleurs d'autres causes d'altération, apportées par l'ensemble des réactions chimiques accomplies dans l'économie tout entière.

» 2. *Acide oxalique et bicarbonate de soude :*

CO^3NaH (vase intérieur, sel); + $C^2H^2O^4$ (vase extérieur, acide);

Formol intérieur.................... $0^{volt},27$

» Essais d'électrolyse :

» 6 éléments ($1^{volt},54$) : eau acidulée (pression $0^m,03$), rien; mais avec pyrogallol dans le voltamètre : H dégagé.

Formol intérieur + H^2O^2 extérieur........... $0^{volt},45$

» Essais d'électrolyse :

» 6 éléments ($2^{volts},6$) : eau acidulée ($0^m,76$), rien; sous pression réduite à $0^m,06$, gaz immédiats.

» 3. *Acide formique et bicarbonate de soude :*

CO^3NaH (vase intérieur, sel); CH^2O^2 (vase extérieur, acide) : $0^{volt},25$

» 6 éléments; pas d'électrolyse.

Pyrogallol intérieur + H^2O^2 extérieur.............. $0^{volt},48$

» 6 éléments ($2^{volts},9$) : eau acidulée (pression $0^m,76$), rien. Pression réduite à $0^m,05$: décomposition nette. SO^4Na^2 décomposé en acide et base.

Formol intérieur + H^2O^2 extérieur............. $0^{volt},38$

» 12 éléments ($4^{volts},5$) : eau acidulée ($0^m,76$), rien. Pression réduite à $0^m,04$, quelques bulles. Par addition de pyrogallol dans le voltamètre, H plus net. SO^4Na^2 décomposé en acide et base.

» *Glucose* + H^2O^2, 6 éléments, rien.

» 4. *Acide lactique et formiate de soude :*

H^2O^2 au pôle formiate.

» Polarisation.

H^2O^2 au pôle acide.................. $0^{volt},20$

» Avec 16 éléments ($3^{volts},2$) : faibles indices d'électrolyse?

CONCLUSIONS.

» Résumons, en terminant, les observations relatives à la force électromotrice des piles constituées par deux liquides, sans métaux, et à leur débit électrolytique.

» Les forces électromotrices développées dans les éléments de pile étudiés au cours de la présente recherche sont les résultantes d'une somme d'énergies diverses, parmi lesquelles je distinguerai surtout les composantes attribuables aux réactions chimiques. Ces réactions se rattachent à deux groupes fondamentaux, tant au point de vue de la grandeur relative des énergies que de leur aptitude spécifique à produire un débit électrolytique extérieur continu et efficace.

» En premier lieu, les réactions salines proprement dites, telles que la neutralisation des acides par les bases, l'action des bases sur les sels neutres de ces mêmes bases, l'action des acides sur ces sels neutres, ou sur les sels neutres d'un autre acide, enfin l'action réciproque de deux dissolutions inégalement concentrées d'un même sel sont susceptibles de servir à constituer des éléments de piles, en développant des forces électromotrices dont la grandeur peut atteindre jusqu'à $0^{volt},6$ par élément. Tous les phénomènes se passent d'ailleurs dans des systèmes liquides, sans précipitation, ni dissolution, ou dégagements gazeux visibles. Les énergies électriques qui en dérivent sont, en général, du même ordre de grandeur pour les corps de même fonction, conformément aux relations connues entre les chaleurs de neutralisation et à la théorie de la dissociation électrolytique.

» L'assemblage de plusieurs éléments de cette espèce permet de réaliser une force électromotrice aussi élevée qu'on le désire, et dès lors très supérieure à la valeur minima susceptible de produire une électrolyse déterminée, telle que celle de l'eau, avec dégagement d'hydrogène et d'oxygène; ou bien celle du sulfate de soude, avec production d'acide et de

base. Cependant, en mettant en œuvre de semblables piles, construites dans les mêmes conditions que les éléments Daniell ou analogues, je n'ai pas réussi à produire de débit électrolytique extérieur continu et efficace; cela même quand la force électromotrice de la pile employée était sextuple de la force électromotrice qui suffit dans les éléments Daniell (ou analogues) pour développer des effets de ce genre : par exemple le dégagement de l'hydrogène et de l'oxygène, aux dépens de l'eau acidulée. La force électromotrice mise en jeu était même décuple de celles des éléments de piles dérivées des métaux, qui suffisent à dégager de l'hydrogène, dans les cas où l'on a ajouté du pyrogallol à l'eau acidulée du voltamètre.

» On obtient, au contraire, un débit électrolytique extérieur continu et efficace, en construisant des piles fondées sur le second groupe de réactions, c'est-à-dire des piles dont l'énergie dérive des réactions chimiques exercées entre les systèmes précédents et les corps oxydables ou oxydants, soit envisagés séparément, soit opposés les uns aux autres. Ces réactions doivent être exercées en introduisant le corps oxydable (pyrogallol, formol, glucose) au pôle où devraient se rendre, au cours d'une électrolyse extérieure, les métaux, l'hydrogène, les bases; tandis que le corps oxydant est placé au pôle où devraient se rendre l'oxygène, le chlore, les acides; sinon, il y aura réaction inverse et polarisation. Quand les actions sont ainsi exercées d'une façon normale, elles donnent naissance, en général, — les réactions des corps oxydables surtout, — à un accroissement considérable de la force électromotrice des piles simples, c'est-à-dire constituées uniquement par des réactions salines; accroissement qui peut la porter jusqu'à des valeurs voisines de 1^{volt} par élément (20^{Cal} à 25^{Cal}).

» Un tel accroissement est presque indépendant par sa valeur de la nature spéciale de l'acide ou du sel qui concourt à la réaction de neutralisation; pourvu que ces corps ne se trouvent pas en présence d'un système où ils joueraient aussi le rôle oxydable ou oxydant.

» L'accroissement de force électromotrice est surtout marqué, avec les corps très oxydables mis en présence des alcalis, tels que le pyrogallol, le formol, le glucose; tandis que le corps oxydant employé, l'eau oxygénée, n'exerce qu'une influence beaucoup plus lente et plus atténuée. Parfois même l'addition de ce dernier corps, dans mes expériences, a diminué un peu la force électromotrice, développée antérieurement par le corps oxydable : peut-être parce que l'effet chimique qui tendrait à accroître la force électromotrice est contrarié par un accroissement de résistance au passage du courant. Quoi qu'il en soit, si l'on ajoute de l'eau

oxygénée à une pile renfermant un corps oxydable de l'ordre des précédents, les électrolyses deviennent plus faciles et plus marquées.

» Il convient de dire ici que l'existence ou l'absence d'un débit électrolytique ([1]) extérieur, continu et appréciable, tel que je viens de le signaler, soulève la question des résistances intérieures de la pile. Or celles-ci dépendent à la fois de la conductibilité des liquides contenus dans les vases qui renferment la pile ; des actions spéciales, déterminées par le passage des liqueurs situées de part et d'autre, à travers les vases poreux ; enfin des phénomènes de polarisation à la surface des électrodes. La conductibilité des liquides renfermant des acides, des alcalis, ou des sels dissous, d'après les faits connus, serait de nature à être plutôt diminuée par l'addition des dissolutions de pyrogallol ou d'eau oxygénée. Mais je ne suis pas en mesure d'établir sur ces différents points une discussion complète, et je me réserve de les soumettre à une étude plus approfondie.

» Résumons brièvement les faits observés.

I. — Dissolvants communs.

» J'ai opéré d'abord avec un dissolvant commun, placé dans les deux vases d'un élément de pile, l'opposition polaire résultant de l'addition d'un corps oxydable seul (pyrogallol ou formol) dans le vase poreux, constituant l'un des deux pôles ; tandis que l'autre est constitué par un vase renfermant uniquement le dissolvant. On peut aussi placer un corps oxydable dans le vase poreux et un corps oxydant (eau oxygénée) dans l'autre vase.

» Dans ces conditions :

» 1° *Le dissolvant commun étant neutre,* sans avoir un rôle propre oxydant ou oxydable, je n'ai pu constater de débit électrolytique extérieur appréciable ;

» 2° *Le dissolvant commun étant acide* (sulfurique, chlorhydrique, oxalique, formique, etc.), résultat également négatif ;

» 3° *Le dissolvant commun étant alcalin,* au contraire, en employant la soude, il y a électrolyse extérieure, faible avec le pyrogallol seul à un

---

([1]) Il est clair qu'un semblable débit, en principe, doit aussi avoir lieu à l'intérieur des piles. Mais les gaz y sont répartis sur des surfaces telles et en présence de quantités liquides si grandes que les effets, déjà délicats à constater sur les électrodes extérieures, à faible surface et maintenues presque en contact du voltamètre, deviennent inappréciables à l'intérieur de la pile.

pôle; plus active avec le pyrogallol et l'eau oxygénée aux deux pôles opposés. Le formol, même seul à un pôle, active aussi l'électrolyse dans le voltamètre. En employant l'ammoniaque, on observe une électrolyse extérieure, en plaçant dans la pile le pyrogallol et l'eau oxygénée aux pôles opposés; c'est une action analogue à celle de la soude, mais un peu moins prononcée.

» Voici maintenant des expériences résultant de la superposition, ou plutôt de la fusion de deux éléments de pile : l'un constitué par une réaction saline, l'autre par l'addition des agents oxydables et oxydants, placés aux pôles convenables, séparément ou simultanément.

II. — Agents oxydants et réducteurs, chacun ajouté a un pôle différent, dans une pile déja constituée.

» 1° Soit d'abord la pile constituée par un même corps, pris sous deux concentrations différentes, tel que le chlorure de sodium, et dans laquelle on ajoute le pyrogallol au pôle où devrait se rendre l'hydrogène; H^2O^2 au pôle opposé. Avec 24 éléments, pas d'électrolyse appréciable.

» Soient à présent les systèmes formés par neutralisation.

» 2° *Acide + base.*

Acide sulfurique et soude.

» Le pyrogallol seul, étant placé au même pôle que la soude avec 12 éléments, on observe, dans le voltamètre extérieur, une action électrolytique initiale, qui s'arrête bientôt.

Acide oxalique et soude.

» Résultats analogues, avec le pyrogallol seul placé au même pôle que la soude. Si l'on met à la fois le pyrogallol au pôle + et l'eau oxygénée au pôle —, 3 éléments ($2^{\text{volts}},4$) suffisent pour électrolyser l'eau dans un voltamètre extérieur. 2 éléments même sont efficaces pour dégager l'hydrogène en plaçant du pyrogallol dans le voltamètre.

» Glucose et eau oxygénée, à leurs pôles respectifs dans la pile : il y a une faible électrolyse extérieure (12 éléments = $2^{\text{volts}},7$).

» D'après ces faits, les piles formées par un acide opposé à une base

sont susceptibles d'un débit électrolytique extérieur efficace, lorsqu'on ajoute dans la pile un réducteur convenable à l'un des pôles et un oxydant convenable au pôle opposé.

» 3° *Acide opposé à un sel de soude.*

» Le pyrogallol seul donne peu de résultats. Mais, si l'on emploie simultanément l'eau oxygénée au pôle opposé dans la pile, 12 et même 6 éléments d'une semblable pile produisent une électrolyse extérieure visible (acides sulfurique, oxalique, formique, lactique).

» 4° *Soude opposée à un sel de soude.*

» Cette réaction est plus efficace, car le pyrogallol seul, au pôle convenable, fournit des piles capables de débit électrolytique extérieur continu; lequel est accru si l'on met en outre de l'eau oxygénée au pôle opposé (acides sulfurique et lactique).

» L'ammoniaque opposée au chlorhydrate d'ammoniaque fournit des résultats électrolytiques extérieurs analogues, par l'addition du pyrogallol et de l'eau oxygénée à leurs pôles respectifs dans la pile.

» 5° *Acide opposé au bicarbonate de soude.*

» Il y a débit électrolytique extérieur efficace, en ajoutant à leurs pôles respectifs du pyrogallol et de l'eau oxygénée; ou bien encore du formol et de l'eau oxygénée (acides oxalique, lactique, formique).

» Ce groupe d'expériences est intéressant, parce que la réaction électrolytique extérieure n'est pas seulement analogue à celle attribuable aux agents oxydants, intervenant avec le concours de l'action d'un acide sur son propre sel de soude; mais elle semble encore accrue par l'intervention d'un sel à réaction alcaline.

» D'après l'ensemble des résultats qui viennent d'être exposés, si l'on veut réaliser des éléments de pile susceptibles de produire des phénomènes observables dans l'économie vivante, il convient d'observer un certain nombre de conditions que je vais résumer en fait, telles que je les ai constatées; puis j'essaierai d'en concevoir le mécanisme et la coordination.

» En premier lieu, on doit établir les éléments fondamentaux des piles avec des composants susceptibles de développer à la fois une force électromotrice suffisamment grande et un débit électrolytique extérieur continu.

» La première condition ne suffit pas à elle seule pour constituer une pile fournissant un débit électrolytique extérieur sensible, ainsi qu'il résulte de l'étude des piles fondées uniquement sur des réactions de neu-

tralisation. Il est nécessaire et le plus souvent suffisant d'y adjoindre des réactions d'oxydation et de réduction; spécialement des réactions fondées sur l'emploi de corps capables d'absorber à mesure l'oxygène électrolytique, tels que le pyrogallol, le formol, le glucose.

» Ces faits étant rappelés, essayons d'analyser les conditions spéciales qui président au débit électrolytique extérieur d'une pile. Ce débit dépend de deux conditions fondamentales, savoir : l'énergie fournie dans un temps donné par les réactions accomplies dans l'intérieur de la pile, réactions qui sont surtout d'ordre chimique, et l'énergie perdue dans un temps donné, par suite des électrolyses extérieures et d'autres circonstances étrangères à l'électrolyse.

» Mais l'énergie fournie au dehors, dans un temps donné, est déterminée à la fois par la vitesse relative des réactions chimiques et par les résistances intérieures, qui tendent à transformer en chaleur sensible une portion de l'énergie dérivée desdites réactions : résistances considérables dans les piles formées de 12, 24, 48 éléments; quoique j'aie tendu à les atténuer, en rapprochant autant que possible les électrodes de platine à grande surface mises en jeu dans mes expériences. Le débit électrolytique dépend des résistances extérieures et de la polarisation. Une portion de ce débit peut être dissimulée par l'effet de la diffusion des corps qu'il produit, les gaz se dissipant lentement dans l'atmosphère extérieure et les corps solubles tendant, au bout d'un certain temps, à se répartir uniformément au sein des liquides du voltamètre.

» Toutefois, ces résistances extérieures sont très faibles dans mes essais, l'eau acidulée étant bonne conductrice et les électrodes extrêmement rapprochées.

» En raison de ces circonstances, si la vitesse des réactions chimiques intérieures tombe au-dessous d'une certaine limite, on conçoit que l'électrolyse extérieure puisse devenir insensible.

» Parmi les réactions chimiques intérieures de la pile, il est clair que l'on ne doit guère tenir compte que des réactions constitutives de la chaîne électrolytique qui produit la force électromotrice : accroître la vitesse de ces réactions, c'est accroître le débit. Or la vitesse de ces réactions est réglée par trois circonstances : l'une d'ordre purement chimique et théorique, l'autre d'ordre électrolytique, et la troisième d'ordre purement physique, et accidentelle en quelque sorte.

» En premier lieu, on doit envisager la vitesse moléculaire des réactions

dans les systèmes homogènes, constitués par la réunion des corps composants. Tels sont :

» 1° L'acide et la base dissous, par exemple dans les piles fondées sur la neutralisation, laquelle s'accomplit en une durée presque inappréciable, à partir du moment où le mélange des liqueurs est devenu homogène;

» 2° Le corps oxydable et le corps oxydant, tous deux dissous, dont l'action réciproque (lorsqu'elle est étudiée en dehors de la pile) exige un temps sensible, même dans un mélange parfaitement homogène.

» En second lieu, intervient la vitesse relative avec laquelle les ions et les électrolytes cheminent au sein des liquides constitutifs d'un élément de pile.

» En troisième lieu, la vitesse avec laquelle les composants du système traversent de part et d'autre la paroi du vase poreux qui les sépare, ou tout autre milieu intermédiaire; vitesse qui joue un rôle capital au point de vue pratique dans le débit électrolytique extérieur.

» Ces différentes vitesses varient avec la nature des composants et des produits de la réaction, et elles sont toutes influencées par le passage du courant électrique de la pile; je compte en poursuivre l'étude expérimentale.

» Ce n'est pas tout : nous savons d'une manière générale que si l'on augmente la quantité de chaleur qui accompagne une réaction donnée, par exemple en y faisant concourir une réaction auxiliaire, la vitesse moléculaire de la réaction principale tend à être augmentée. Or c'est là une circonstance qui intervient, notamment lorsqu'on emploie un corps capable à la fois de s'unir aux alcalis, tel que le pyrogallol, et d'être oxydé par l'oxygène, sous l'influence même de cette combinaison.

» C'est là assurément l'une des raisons qui tendent à rendre efficace le débit électrolytique extérieur des piles où l'on fait concourir un semblable composé avec une réaction de neutralisation; spécialement lorsque le pyrogallol est placé au même pôle intérieur qu'un alcali préexistant, ou bien susceptible de se former par la réaction elle-même. Cette circonstance mérite d'autant plus d'appeler l'attention que, parmi les deux réactions dont la liaison concourt ici, la moins efficace est la réaction de neutralisation, qui est moléculairement à peu près instantanée; tandis que la plus efficace est la réaction d'oxydation, qui offre au contraire, en dehors de la pile, une vitesse moléculaire finie et mesurable.

» La nécessité d'un certain enchaînement dans les réactions déterminant une force électromotrice efficace pour le débit électrolytique exté-

rieur, enchaînement distinct d'une simple juxtaposition, est facile à constater, si l'on observe la différence entre les actions électrolytiques extérieures de deux piles, pouvant renfermer toutes deux du pyrogallol à l'un des pôles et de l'eau oxygénée au pôle opposé : l'une de ces piles étant constituée par du chlorure de sodium à deux états de concentration, l'autre par un acide et une base, ou un sel. Ces deux piles peuvent être formées d'un nombre d'éléments tel qu'elles possèdent la même force électromotrice. Cependant, la première ne produit pas un débit extérieur capable de décomposer l'eau acidulée, tandis que la seconde effectue aisément cette décomposition.

» Même observation, si l'on compare deux piles renfermant toutes deux du pyrogallol et de l'eau oxygénée, l'une formée par un même dissolvant, tel que le chlorure de sodium ou un acide, qui rend les liquides bons conducteurs; tandis que l'autre renferme de la soude, moins bonne conductrice que les acides minéraux forts. La première pile ne produit pas d'électrolyse; tandis que la seconde développe aisément ce phénomène fondamental. Il y a donc là quelque chose d'analogue à une réaction amorcée par une autre.

» Poussons plus loin notre analyse. On peut rendre compte de cet accroissement d'activité, si l'on observe que, dans les piles efficaces, intervient la réaction propre du pyrogallol sur l'alcali, préexistant ou susceptible de se former par électrolyse; action qui tend, en outre, à activer l'absorption de l'oxygène électrolytique intérieur; elle opère ici par réciprocité avec celle qui développe une diminution de la force électromotrice nécessaire pour décomposer l'eau du voltamètre extérieur, renfermant du pyrogallol en dissolution.

» Ce n'est pas tout : l'efficacité de semblables piles devient plus grande, c'est-à-dire que les produits sont plus abondants et engendrés avec une force électromotrice moindre, lorsqu'on fait concourir avec l'action du pyrogallol celle de l'eau oxygénée. Observons enfin que, dans de semblables chaînes de réactions, l'efficacité sera accrue par l'addition de la chaleur produite par l'action du pyrogallol sur l'alcali d'une part; et, d'autre part, par la chaleur due à la décomposition qui sépare l'oxygène de l'eau oxygénée.

» D'après ces observations, le débit électrolytique extérieur, constaté dans les piles où interviennent les corps oxydables mis en œuvre au cours de la présente étude, ce débit, dis-je, est surtout attribuable à l'énergie résultant de l'oxydation intérieure du pyrogallol. Au cas où le pyrogallol

est employé seul, cette oxydation est accomplie par l'oxygène résultant de la décomposition de l'eau dans l'intérieur de la pile; tandis qu'au cas où l'on met en œuvre simultanément le pyrogallol et l'eau oxygénée, c'est l'oxygène fourni par cette dernière qui concourt à l'oxydation.

» Précisons l'énergie additionnelle correspondant à chacun de ces procédés d'oxydation. Dans le cas où il s'agit uniquement de l'oxygène provenant de la décomposition de l'eau, les déterminations expérimentales que j'ai présentées montrent que l'accroissement de la force électromotrice, constaté pour un élément de pile, équivaut à 8^{Cal} ou 10^{Cal} environ (ce Volume, p. 937). Comme la mise en liberté d'un atome d'oxygène par la décomposition de l'eau exige $34^{Cal},5$, il résulte des chiffres ci-dessus que l'intervention du pyrogallol seul dans le circuit voltaïque est susceptible de fournir à chaque élément de pile une énergie équivalente de $42^{Cal},5$ ou $44^{Cal},5$ environ. En comparant ce chiffre aux 50^{Cal} à 60^{Cal} produites par l'oxydation directe du pyrogallol (p. 936), l'écart est assez faible pour être attribuable à quelque réaction secondaire; ou même plus simplement à ce que les 8^{Cal} ou 10^{Cal} indiquées plus haut ont été évaluées en admettant que la force électromotrice dans les éléments dont il s'agit résulterait de l'addition pure et simple des deux réactions qui concourent à la développer, réaction saline et réaction oxydante, ce qui n'est pas tout à fait exact.

» Venons maintenant aux piles où l'eau oxygénée concourt avec le pyrogallol. Je rappellerai que, dans chaque élément d'une pile de ce genre, l'énergie additionnelle, attribuable à l'intervention de l'eau oxygénée, varie entre des limites considérables. Son accroissement maximum équivalait, dans mes essais, à 12^{Cal} environ; mais il a été souvent beaucoup moindre. Parfois même, la force électromotrice de l'élément est diminuée par l'adjonction de l'eau oxygénée, ainsi que j'en ai cité plusieurs exemples. L'oxygène qui intervient ici peut d'ailleurs provenir de deux origines différentes : l'électrolyse proprement dite de l'eau oxygénée, laquelle consomme pour la séparation d'un atome d'oxygène $\frac{47,3}{2} = 23^{Cal},6$ au lieu de $34^{Cal},5$; l'oxydation du pyrogallol aurait donc apporté au maximum $35^{Cal},6$ environ, si l'oxygène qui la produit avait une semblable origine. Mais il est plus vraisemblable de supposer que cet oxygène résulte de la simple décomposition de l'eau oxygénée, sans séparation d'hydrogène, laquelle dégage $+21^{Cal},7$, susceptible de porter vers 72^{Cal} à 82^{Cal} la chaleur de la réaction subie par le pyrogallol. Il devrait en résulter un accroissement de

la force électromotrice fort supérieur à celui qui a été constaté. De là résulte cette conclusion que l'énergie, provenant de la réaction propre de l'oxygène dérivé de la décomposition simple de l'eau oxygénée, ne s'ajoute pas purement et simplement, dans chaque élément, à l'énergie des réactions voltaïques; soit qu'elle n'intervienne que pour une fraction dans la production de cette dernière énergie, soit que l'oxydation du pyrogallol ne fournisse pas alors les mêmes produits. Cependant, les expériences montrent que l'intensité du débit électrolytique extérieur à la pile est, en général, accrue par l'intervention intérieure de l'eau oxygénée, même quand la force électromotrice des éléments n'a pas été augmentée par l'addition de cette substance aux piles qui renfermaient déjà du pyrogallol ([1]).

» On voit par là comment interviennent des actions réputées secondaires par rapport aux réactions directes des piles; surtout si, comme dans le cas actuel, les réactions secondaires résultent du jeu même des réactions directes. En définitive, c'est l'ensemble de ces réactions qui concourt à la production de la force électromotrice et, par conséquent, du courant; ainsi que j'ai eu l'occasion de l'établir lors de mes recherches sur la force

---

([1]) Pour compléter l'analyse des phénomènes thermochimiques attribuables à l'intervention du pyrogallol, il est nécessaire de tenir compte de ses réactions chimiques immédiates sur les liqueurs auxquelles on mélange sa dissolution. En effet, dans certains des éléments de pile mis en œuvre, le pyrogallol a été ajouté, d'abord, au pôle négatif, dans la dissolution d'un sel neutre (chlorure de sodium, acétate de soude, etc.); tandis que, dans d'autres éléments, on a mélangé la dissolution du pyrogallol avec une liqueur alcaline, telle que la soude ou l'ammoniaque. Ce dernier mélange ayant eu lieu au préalable, la chaleur qu'il a dégagée ($6^{Cal},4$ pour $NaOH + C^6H^6O^3$, ou $4^{Cal},6$ pour 1 seul équivalent de $NaOH$, lorsque $C^6H^6O^3$ est en présence de $3NaOH$, c'est-à-dire d'un grand excès d'alcali) n'intervient évidemment pas dans le calcul de l'énergie fournie au courant voltaïque; cette énergie étant corrélative seulement des réactions qui ont lieu dans le circuit, ou au cours de l'entretien du courant.

Le contraire même arrive, dans le cas où l'un des pôles est occupé par un acide, opposé à un alcali placé à l'autre pôle. En effet, dans les cas de ce genre, l'intervention du pyrogallol préalablement combiné avec la soude a pour effet de diminuer la chaleur qui sera dégagée, au sein du circuit même, par l'union progressive de cette base avec les acides sulfurique, chlorhydrique, lactique, placés au pôle opposé; la grandeur de cette diminution étant représentée par les chiffres ci-dessus. Cependant, dans de semblables cas, l'expérience a montré (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 945, 947, 948, 949) que l'accroissement de la force électromotrice de la pile, sous l'influence intérieure du pyrogallol, ainsi que celui du débit électrolytique extérieur à la pile, se manifestent à peu près comme dans les cas où il n'y avait pas d'acide libre (sel de soude opposé à la soude libre).

électromotrice minima nécessaire pour développer une électrolyse sensible ([1]).

» Ce qui achève de démontrer cette interprétation, c'est le fait constaté que les agents secondaires, tels que le pyrogallol et l'eau oxygénée, ne sont pas susceptibles de donner naissance à une électrolyse extérieure directe et appréciable, par leur opposition, lorsque l'on se borne à les introduire à l'intérieur d'une pile formée par un même corps pris à deux états de dilution différente, tel que le chlorure de sodium.

» En tout cas, il y a là des distinctions essentielles, qui n'ont guère été faites jusqu'ici : elles sont susceptibles de jouer un rôle important dans les actions électrolytiques, applicables aux réactions de la Chimie organique et aux réactions physiologiques, où concourent précisément des composés non susceptibles d'électrolyse directe, tels que l'hémoglobine et divers principes susceptibles d'absorber immédiatement l'oxygène libre. »

ZOOLOGIE. — *Sur les fonctions des sphéridies des Oursins.* Note de M. Yves Delage.

« Les fonctions des sphéridies des Oursins ont été interprétées de façons très diverses. Loven les considère comme des organes olfactifs ou gustatifs, mais en se fondant uniquement sur leur situation au voisinage de la bouche. Agassiz accepte cette opinion. Ayers les dit incapables d'être impressionnées par les sons et leur attribue la faculté de percevoir les changements chimiques du milieu. Hamann admet qu'elles transmettent les vibrations du milieu liquide ou du sol. Mais aucune expérience n'a été faite pour confirmer ces opinions diverses fondées seulement sur la structure ou la situation de l'organe. Cuénot a fait remarquer avec raison que la situation des sphéridies, à l'intérieur de cavités communiquant avec le dehors par un étroit canal ou même entièrement closes, exclut la possibilité qu'elles puissent être des organes de goût, de tact ou de quelque variété de toucher.

» Se fondant sur la similitude de constitution mécanique entre ces organes et les statocystes des Cœlentérés, il émet l'opinion fort vraisemblable qu'elles servent à l'équilibration, c'est-à-dire à renseigner l'ani-

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXVII, p. 98.

mal sur sa direction par rapport à la verticale. On comprend fort bien, en effet, que cette petite masse lourde, articulée sur un pivot, munie au niveau de l'articulation d'un bourrelet sensitivo-nerveux, doive s'incliner dans les sens où l'entraîne la pesanteur, et comprimer le bourrelet du côté où elle verse, tandis qu'elle le distend du côté opposé.

» Profitant d'un court séjour à Roscoff, j'ai voulu traiter la question expérimentalement, ce qui n'avait jamais été fait. J'aurais voulu opérer sur des *Echinocyamus* qui, malgré leur petite taille, se seraient peut-être mieux prêtés à l'expérience par le fait qu'ils n'ont que cinq sphéridies, une dans chaque radius. L'état de la mer n'a pas permis de s'en procurer. Mais j'ai pu avoir des *Strongylocentrotus lividus* et des *Echinus esculentus*.

» En rasant avec des ciseaux courbes les autres appendices du test, on arrive à mettre à nu les sphéridies sans les léser et l'on observe, alors, non seulement leur situation et leur nombre, mais on constate qu'elles sont automobiles, qu'elles s'inclinent en divers sens en décrivant un angle assez ouvert, tout comme les piquants, quoique d'une manière plus paresseuse. Cette observation tranche le différend histologique survenu entre Hamann, qui les dit articulées par un manchon musculaire, et Cuénot, qui attribue à ce manchon une nature conjonctive. C'est le premier qui a raison.

» Cette observation est peu favorable à l'hypothèse de Cuénot, que j'avais tendance à admettre, car un statocyste, pour agir à la manière de ceux des Méduses, doit être inerte et *subir* les mouvements que lui imprime la pesanteur suivant les déplacements du corps, afin de constater leur existence et leur direction. Un manchon musculaire leur permettant de s'incliner *proprio motu* dans les divers sens serait cependant conciliable avec les fonctions supposées, à la condition que ce manchon fût pourvu de terminaisons nerveuses lui communiquant le *sens musculaire*. C'est ainsi que, grâce à notre sens musculaire, nous pourrions juger, sans autre organe sensoriel, de la direction de la verticale, en soulevant lentement dans les divers sens le bras étendu : le bas sera dans le sens où le bras s'abat sans effort et le haut dans le sens où il faut l'effort maximum pour le déplacer. Mais on n'a jamais signalé de terminaisons nerveuses sensitives dans les muscles des Oursins, et jusqu'à nouvel ordre nous devons les tenir pour absentes.

» L'expérience à faire pour résoudre la question controversée consisterait à enlever les sphéridies, comme je l'ai fait pour les statocystes des Mollusques et des Crustacés, et à observer les troubles consécutifs.

L'opération me paraît impossible, au moins chez les formes que j'ai eues à ma disposition, par suite du fait que l'on ne peut voir les sphéridies qu'après des mutilations qui apportent elles-mêmes un trouble considérable au fonctionnement de l'appareil locomoteur.

» J'ai tourné la difficulté en détruisant les sphéridies en masse sans chercher à les voir. Cela est possible en raison de leur situation très précise. Elles sont, en effet, situées exactement sur la ligne médiane des cinq radius, entre le péristome et le bord de l'ambitus ; elles occupent là une bande très étroite et parfaitement rectiligne entre deux rangées de grands piquants qui la séparent de la double rangée d'ambulacres du radius. Grâce à ce repérage précis, j'ai pu détruire toutes les sphéridies des cinq radius en grattant la ligne indiquée avec une lame terminée par un tranchant transversal et recourbée en crochet.

» Après avoir gratté les bandes de sphéridies, on replace les Oursins opérés dans un bac, sur le dos, en compagnie d'individus, les uns intacts, les autres ayant subi un grattage interradial, c'est-à-dire ayant subi une mutilation équivalente mais non spécifique. J'ai observé aussi des individus auxquels j'avais gratté seulement une, deux, trois ou quatre bandes sphéridiales sur les cinq qui existent normalement.

» Eh bien, *les Oursins opérés se retournent et grimpent sur les parois verticales tout aussi sûrement que les témoins.*

» Faut-il en conclure que les sphéridies ne sont point des organes d'orientation par rapport à la direction de la verticale? Je crois qu'une conclusion aussi absolue ne serait pas justifiée. L'expérience, par suite de son résultat négatif, prouve seulement que *les sphéridies ne sont pas les organes exclusifs des sensations d'orientation.*

» Quand on y réfléchit, on voit qu'il serait bien singulier qu'il en fût ainsi, car les Cidarides, qui sont des Oursins, et les Astéries, qui en sont bien voisines et qui ont des organes locomoteurs et sensoriels similaires, se retournent aisément, bien que ni celles-ci, ni ceux-là, n'aient de sphéridies. Dans leur cas, les organes tactiles, si multipliés chez ces êtres, ambulacres, piquants, suffisent aux besoins de l'orientation. Pourquoi n'en serait-il pas de même chez les Oursins porteurs de sphéridies. La sphéridie pourrait être un organe d'orientation plus spécialisé, s'ajoutant, chez certains Échinodermes, aux organes tactiles qui, chez les autres, suffisent à cette fonction; en sorte qu'elle peut, en cas de besoin, être suppléée par ceux-là.

» Ce qui semble indiquer qu'il en est bien ainsi, c'est que les Oursins privés de sphéridies se retournent aussi certainement, mais moins vite, et

avec plus d'hésitation que les autres. Un *Strongylocentrotus* intact se retourne en moins d'une minute; un, ayant subi l'opération équivalente, mais non spécifique, ne se retourne guère moins vite; ceux privés de sphéridies mettent 5 à 10 minutes, au moins, et parfois jusqu'à 1 heure et plus pour retrouver leur position normale. J'ai constaté, dans un cas, qu'il paraissait ne plus coordonner exactement ses mouvements, en ce sens qu'étant à demi retourné il se halait avec force, non seulement sur les ambulacres fixés de manière à achever le mouvement, mais sur quelques-uns de ces organes fixés du côté opposé et disposés de façon à faire retomber l'animal sur le dos.

» Je compte, à la prochaine occasion, reprendre ces expériences et les compléter. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Lallemand pour 1902. — MM. Marey, Bouchard, Perrier, Ranvier, d'Arsonval.

Commission chargée de juger le concours du prix du baron Larrey pour 1902. — MM. Guyon, Lannelongue, Laveran, Bouchard, Marey.

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Physiologie expérimentale) pour 1902. — MM. Marey, d'Arsonval, Bouchard, Chauveau, Delage.

Commission chargée de juger le concours du prix Philipeaux pour 1902. — MM. Marey, d'Arsonval, Chauveau, Bouchard, Perrier.

Commission chargée de juger le concours du prix Serres pour 1902. — MM. Giard, Delage, Perrier, Ranvier, Chatin.

Commission chargée de juger le concours du prix Pourat pour 1902. — MM. Marey, Perrier, Giard, d'Arsonval, Chauveau.

Commission chargée de juger le concours du prix Martin-Damourette pour 1902. — MM. Bouchard, d'Arsonval, Guyon, Marey, Laveran.

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Arts insalubres) pour 1902. — MM. Schlœsing, Moissan, Gautier, Haller, Troost.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** transmet une lettre de M. le Gouverneur général de l'Indo-Chine, relative au vœu émis par l'Académie au sujet de l'installation en Indo-Chine d'un observatoire permanent. M. le Gouverneur général, en faisant connaître le résultat des études préliminaires qui ont été faites sur le choix d'un emplacement pour un observatoire astronomique, ajoute qu'il existe déjà, en Indo-Chine, un observatoire météorologique et magnétique, et un réseau complet de stations d'observations, qu'il serait heureux de voir placer sous le haut patronage de l'Académie.

Ces questions seront soumises à l'examen d'une Commission formée des trois Sections d'Astronomie, de Physique, de Géographie et Navigation, auxquelles s'adjoindra le Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume intitulé : « Exposition universelle de 1900. Rapport du Jury international. Introduction générale; 6e Partie, la Colonisation; par M. *Paul Dislère* ». (Présenté par M. Alfred Picard.)

M. **Edmond Perrier** présente à l'Académie, au nom de M. le Prince *Viazemsky*, Secrétaire de l'Ambassade de Russie, à Paris, un Ouvrage en trois Volumes intitulé : « Les Modifications de l'organisme à l'époque de la puberté », c'est-à-dire de 10 à 20 ans.

« Les relevés ont porté, pour l'ordre physique, sur 2177 garçons de lycées de Saint-Pétersbourg; pour les faits d'ordre psychique, sur 892 garçons et 342 jeunes filles; pour les faits pathologiques, sur 1461 garçons; en tout, 4872 individus, qui ont été, à ces divers points de vue, l'objet de mensurations et d'observations aussi précises que possible. Des Tableaux, au nombre de 277, et des diagrammes, au nombre de 43, résument et coor-

donnent les faits observés. Parmi les conclusions intéressantes qui se dégagent de cet important travail, nous signalerons les suivantes :

» La croissance, qui s'active à la période de la puberté, s'accomplit cependant d'une façon régulière et continue chez les individus robustes et francs de toute hérédité morbide; elle s'accomplit chez les autres avec des à-coups plus ou moins prononcés.

» Les individus les plus grands et les plus petits se trouvent presque toujours dans cette catégorie.

» La croissance commence plus tôt; elle est plus rapide et le corps atteint, en moyenne, des proportions plus élevées chez les individus appartenant aux classes élevées que chez ceux qui appartiennent aux classes pauvres; l'influence des conditions extérieures est nettement établie par ce fait que les différences sont atténuées ou même supprimées par l'internat dans les écoles. D'autre part, toutes choses égales d'ailleurs, la comparaison des divers peuples montre que ceux qui ont introduit dans les systèmes l'éducation des exercices physiques réguliers l'emportent sur les autres au point de vue des dimensions moyennes atteintes par les individus.

» L'internat paraît favorable aux jeunes enfants, défavorable aux jeunes gens.

» L'âge de la puberté correspond à une période très accusée d'indiscipline relative et de paresse intellectuelle, ce qui peut être une indication de valeur pour la rédaction des plans d'étude des établissements d'enseignement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de transformations de Bäcklund.* Note de M. E. GOURSAT, présentée par M. Picard.

« 1. Je me suis occupé, dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 24 février 1902, p. 459), des transformations de Bäcklund définies par un système de quatre équations entre deux éléments (x, y, z, p, q) et (x', y', z', p', q'), qui admettent une transformation de contact infinitésimale par rapport à chacun des deux éléments.

» Je me propose maintenant d'indiquer les résultats que j'ai obtenus relativement aux transformations de Bäcklund définies par un système de quatre équations admettant une transformation de contact infinitésimale par rapport à *un seul* des deux éléments. On peut alors, en effectuant au

préalable une transformation de contact convenable, supposer ces équations ramenées à la forme

$$(1)\qquad \begin{cases} x' = \mathrm{X}(x, y, z, p, q), & y' = \mathrm{Y}(x, y, z, p, q), \\ p' = \mathrm{P}(x, y, z, p, q), & q' = \mathrm{Q}(x, y, z, p, q), \end{cases}$$

les fonctions X, Y, P, Q dépendant des cinq variables x, y, z, p, q.

» En écrivant que $p'\,dx' + q'\,dy'$ est une différentielle exacte, on est encore conduit à une équation du second ordre de Monge-Ampère, que nous écrirons, en conservant les notations de la Note précédente,

$$(2)\qquad \mathrm{R}_{pq}(rt - s^2) + \mathrm{R}_{yp}\,r + \mathrm{R}_{xq}\,t + \mathrm{S}_s + \mathrm{R}_{xy} = 0.$$

» Pour avoir les expressions de ces coefficients, posons

$$(3)\qquad \mathrm{P}\,d\mathrm{X} + \mathrm{Q}\,d\mathrm{Y} = \mathrm{F}_1\,dx + \mathrm{F}_2\,dy + \mathrm{F}_3\,dp + \mathrm{F}_4\,dq,$$

en remplaçant, dans $d\mathrm{X}$ et $d\mathrm{Y}$, dz par $p\,dx + q\,dy$, et soit

$$\frac{d}{dx} = \frac{\partial}{\partial x} + p\frac{\partial}{\partial z}, \qquad \frac{d}{dy} = \frac{\partial}{\partial y} + q\frac{\partial}{\partial z};$$

les coefficients R_{pq}, R_{yp}, R_{xq}, R_{xy}, S ont les valeurs suivantes :

$$(4)\qquad \begin{cases} \mathrm{R}_{pq} = \dfrac{\partial \mathrm{F}_3}{\partial q} - \dfrac{\partial \mathrm{F}_4}{\partial p}, & \mathrm{R}_{yp} = \dfrac{d\mathrm{F}_3}{dy} - \dfrac{\partial \mathrm{F}_2}{\partial p}, \\ \mathrm{R}_{xq} = \dfrac{\partial \mathrm{F}_1}{\partial q} - \dfrac{d\mathrm{F}_4}{dx}, & \mathrm{R}_{xy} = \dfrac{d\mathrm{F}_1}{dy} - \dfrac{d\mathrm{F}_2}{dx}, \\ \mathrm{S} = \dfrac{d\mathrm{F}_4}{dy} - \dfrac{\partial \mathrm{F}_2}{\partial q} + \dfrac{\partial \mathrm{F}_1}{\partial p} - \dfrac{d\mathrm{F}_3}{dx}. \end{cases}$$

» 2. L'équation (2) étant donnée, pour que les équations précédentes soient compatibles en F_1, F_2, F_3, F_4, il faut et il suffit que les coefficients R_{xy}, R_{pq}, R_{yp}, R_{xq}, S vérifient les cinq relations suivantes :

$$(5)\qquad \begin{cases} \dfrac{d}{dy}\left(\dfrac{\partial \mathrm{R}_{xq}}{\partial p}\right) + \dfrac{d}{dx}\left(\dfrac{\partial \mathrm{R}_{yp}}{\partial q}\right) = \dfrac{\partial^2 \mathrm{R}_{xy}}{\partial p\,\partial q} + \dfrac{d^2 \mathrm{R}_{pq}}{dx\,dy} - \dfrac{\partial \mathrm{S}}{\partial z}, \\ \dfrac{d}{dy}\left(\dfrac{\partial \mathrm{S}}{\partial p}\right) + \dfrac{d^2 \mathrm{R}_{pq}}{dy^2} + \dfrac{d}{dx}\left(\dfrac{\partial \mathrm{R}_{yp}}{\partial p}\right) = \dfrac{\partial^2 \mathrm{R}_{xy}}{\partial p^2} + \dfrac{d}{dy}\left(\dfrac{\partial \mathrm{R}_{yp}}{\partial q}\right) - 2\dfrac{\partial \mathrm{R}_{yp}}{\partial z}, \\ \dfrac{d}{dx}\left(\dfrac{\partial \mathrm{S}}{\partial q}\right) + \dfrac{d^2 \mathrm{R}_{pq}}{dx^2} + \dfrac{d}{dy}\left(\dfrac{\partial \mathrm{R}_{xq}}{\partial q}\right) = \dfrac{\partial^2 \mathrm{R}_{xy}}{\partial q^2} + \dfrac{d}{dx}\left(\dfrac{\partial \mathrm{R}_{xq}}{\partial p}\right) - 2\dfrac{\partial \mathrm{R}_{xq}}{\partial z}, \\ \dfrac{\partial^2 \mathrm{S}}{\partial p\,\partial q} + \dfrac{d}{dy}\left(\dfrac{\partial \mathrm{R}_{pq}}{\partial q}\right) + \dfrac{d}{dx}\left(\dfrac{\partial \mathrm{R}_{pq}}{\partial p}\right) = \dfrac{\partial^2 \mathrm{R}_{xq}}{\partial p^2} + \dfrac{\partial^2 \mathrm{R}_{yp}}{\partial q^2} - 2\dfrac{\partial \mathrm{R}_{pq}}{\partial z}, \\ \dfrac{d^2 \mathrm{S}}{dx\,dy} + \dfrac{d^2 \mathrm{R}_{yp}}{dx^2} + \dfrac{d^2 \mathrm{R}_{xq}}{dy^2} = \dfrac{d}{dx}\left(\dfrac{\partial \mathrm{R}_{xy}}{\partial p}\right) + \dfrac{d}{dy}\left(\dfrac{\partial \mathrm{R}_{xy}}{\partial q}\right) - \dfrac{\partial \mathrm{R}_{xy}}{\partial z}. \end{cases}$$

» Pour qu'une équation de Monge-Ampère provienne d'une transformation de Bäcklund de la forme (1), il faut que ses coefficients, après les avoir multipliés par un facteur convenablement choisi, vérifient les relations (5). S'il en est ainsi, les solutions des équations (4) s'obtiendront par des quadratures.

» Soient F_1, F_2, F_3, F_4 un système de solutions de ces équations et $U(x, y, z, p, q)$ une fonction arbitraire. La forme de Pfaff

$$F_1\,dx + F_2\,dy + F_3\,dz + F_4\,dq + U(dz - p\,dx - q\,dy) \tag{6}$$

étant ramenée à la forme réduite

$$dZ + P\,dX + Q\,dY, \tag{7}$$

en prenant pour les fonctions X, Y, P, Q des formules (1) les fonctions qui figurent dans la forme réduite précédente, l'équation du second ordre proviendra des relations (1) par la transformation considérée. On voit que cette équation pourra s'obtenir au moyen de formules de la forme (1) d'une infinité de manières, puisque la fonction U reste arbitraire.

» 3. Jusqu'ici, à part la complication plus grande des formules, on voit que la solution du nouveau problème ne diffère pas essentiellement de la solution du problème traité dans la première Note. Mais il nous reste une question importante à examiner. En effet, les relations (1) conduisent bien toujours à une équation du second ordre pour z, mais, si les fonctions X, Y, P, Q sont quelconques, elles conduisent pour z', considérée comme fonction de x', y', à un système de deux équations du troisième ordre, et non à une équation du deuxième ordre. On est donc conduit à traiter le problème suivant : *Quelles relations doit-il y avoir entre les coefficients* F_1, F_2, F_3, F_4, U *de la forme de Pfaff* (6) *pour que les formules* (1), *où* X, Y, P, Q *sont les fonctions qui figurent dans la forme réduite* (7), *conduisent à une équation du deuxième ordre en* z'?

» Il y a encore deux hypothèses à examiner, suivant que l'on a une transformation B_2 ou une transformation B_3. Pour obtenir une transformation B_2, il faut et il suffit que U vérifie l'équation du second degré

$$\left\{\begin{aligned}&\left(\frac{\partial F_1}{\partial y} - \frac{\partial F_2}{\partial x}\right)\left(\frac{\partial F_3}{\partial q} - \frac{\partial F_4}{\partial p}\right) + \left(\frac{\partial F_2}{\partial p} - \frac{\partial F_3}{\partial y}\right)\left(\frac{\partial F_1}{\partial q} - \frac{\partial F_4}{\partial x}\right)\\ &\quad = \left(\frac{\partial F_1}{\partial p} - \frac{\partial F_3}{\partial x} - U\right)\left(\frac{\partial F_2}{\partial q} - \frac{\partial F_4}{\partial y} - U\right).\end{aligned}\right. \tag{8}$$

» Les conditions auxquelles doit satisfaire la fonction U pour que l'on

ait une transformation B_3 sont plus compliquées, au moins dans le cas général, et ne sauraient trouver place dans cette Note. La solution de cette question est liée d'une façon très simple à la théorie du problème de Pfaff, et je l'exposerai en détail dans un travail plus développé. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation des conoïdes droits.* Note de M. **A. Demoulin.**

« Désignons, d'une manière générale, par (S) toute surface sur laquelle les lignes d'égale courbure totale sont des lignes de courbure, et par (S_1) celle des nappes de la développée de (S) qui correspond à ces lignes de courbure. En vertu d'une remarque faite par M. Goursat (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, t. V), toute surface (S_1) est applicable sur un conoïde droit, et, réciproquement, parmi les développantes d'une surface applicable sur un conoïde droit, il y a nécessairement une surface (S). Conséquemment, si l'on parvenait à déterminer toutes les surfaces (S), on aurait toutes les surfaces applicables sur les conoïdes droits; mais pour obtenir toutes les déformations d'un conoïde droit donné, il y aurait encore à choisir, parmi les surfaces (S), celles qui conviennent à la question. C'est là un point qui sera examiné plus bas.

» Proposons-nous d'abord de déterminer les surfaces (S). Ces surfaces jouissent d'une propriété intéressante, généralisation d'une propriété connue des surfaces à courbure totale constante. A tout point M de (S) faisons correspondre, sur (S_1), le point de contact de cette surface avec la normale en M : *dans cette correspondance ponctuelle entre* (S) *et* (S_1), *les lignes asymptotiques se correspondent.* Il suit de là qu'on se placera dans les conditions les plus favorables en rapportant les surfaces (S) à leurs lignes asymptotiques. Définissons-les par les formules de M. Lelieuvre et conservons toutes les notations de M. Darboux (*Leçons*, IVe Partie).

» En exprimant que les lignes d'égale courbure totale sont des lignes de courbure, on trouve

$$(1)\qquad \left(\mathrm{S}\,\theta_i \frac{\partial\theta_i}{\partial\alpha}\right)^2 \mathrm{S}\left(\frac{\partial\theta_i}{\partial\beta}\right)^2 = \left(\mathrm{S}\,\theta_i \frac{\partial\theta_i}{\partial\beta}\right)^2 \mathrm{S}\left(\frac{\partial\theta_i}{\partial\alpha}\right)^2.$$

» Cette équation sera satisfaite si l'on pose $\mathrm{S}\left(\frac{\partial\theta_i}{\partial\alpha}\right)^2 = 0$, $\mathrm{S}\left(\frac{\partial\theta_i}{\partial\beta}\right)^2 = 0$. Les identités

$$(2)\qquad \frac{\partial}{\partial\beta}\mathrm{S}\left(\frac{\partial\theta_i}{\partial\alpha}\right)^2 = k\frac{\partial\lambda}{\partial\alpha}, \qquad \frac{\partial}{\partial\alpha}\mathrm{S}\left(\frac{\partial\theta_i}{\partial\beta}\right)^2 = k\frac{\partial\lambda}{\partial\beta}$$

donnent ensuite $k = 0$, d'où la solution

(3) $$\theta_i = A_i + B_i \qquad (i = 1, 2, 3),$$

les fonctions A_i et B_k satisfaisant aux relations

(4) $$SA_i'^2 = 0, \qquad SB_i'^2 = 0.$$

» D'autres surfaces (S) correspondent également à l'hypothèse $k = 0$, mais elles sont de révolution ou quasi de révolution ([1]), et les surfaces (S_1) correspondantes se réduisent à des droites.

» Supposons maintenant $S\left(\frac{\partial\theta_i}{\partial\alpha}\right)^2 \neq 0$, $S\left(\frac{\partial\theta_i}{\partial\beta}\right)^2 \neq 0$, $k \neq 0$. Grâce aux identités (2), l'équation (1) peut s'écrire

$$\frac{\partial}{\partial\alpha}\sqrt{S\left(\frac{\partial\theta_i}{\partial\beta}\right)^2} = \pm\frac{\partial}{\partial\beta}\sqrt{S\left(\frac{\partial\theta_i}{\partial\alpha}\right)^2}.$$

» Il existe donc une fonction H telle que l'on ait

$$S\left(\frac{\partial\theta_i}{\partial\alpha}\right)^2 = \left(\frac{\partial H}{\partial\alpha}\right)^2, \qquad S\left(\frac{\partial\theta_i}{\partial\beta}\right)^2 = \left(\frac{\partial H}{\partial\beta}\right)^2.$$

» En dérivant ces égalités respectivement par rapport à β et à α et divisant membre à membre les égalités obtenues, on reconnaît que H est une fonction de λ. En conséquence, le problème de la détermination des surfaces (S) revient au suivant :

» *Déterminer toutes les équations de la forme* $\theta''_{\alpha\beta} = k\theta$ *admettant trois solutions* $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ *telles que, si l'on pose* $S\theta_i^2 = \lambda$, *on ait*

$$S\left(\frac{\partial\theta_i}{\partial\alpha}\right)^2 = \varphi(\lambda)\left(\frac{\partial\lambda}{\partial\alpha}\right)^2, \qquad S\left(\frac{\partial\theta_i}{\partial\beta}\right)^2 = \varphi(\lambda)\left(\frac{\partial\lambda}{\partial\beta}\right)^2,$$

$\varphi(\lambda)$ *désignant une fonction arbitraire de* λ.

» Nous sommes maintenant en mesure de répondre à la question posée au début de cette Note. *Les surfaces applicables sur un conoïde droit donné sont les nappes* (S_1) *des développées des surfaces* (S) *qui correspondent à une même détermination, convenablement choisie, de* $\varphi(\lambda)$. En effet, le carré de l'élément linéaire de la surface (S_1) a pour expression

$$ds_1^2 = dR^2 + (R^2 + \lambda^2)\frac{\lambda\varphi(\lambda) - \frac{1}{8}}{\lambda^2}d\lambda^2.$$

([1]) Nous avons proposé (*Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. LVIII) d'appeler *surface quasi de révolution* toute surface dont l'équation peut revêtir la forme $x^2 + y^2 + z^2 = f(y - ix)$.

Ce théorème fournit la solution du problème de la déformation dans un cas nouveau; car, si l'on fait $\varphi(\lambda) = 0$, toutes les surfaces (S) correspondantes sont définies par les formules (3) et (4), et l'on peut énoncer le théorème suivant :

» *Les formules*

$$x = A_2B_3 - A_3B_2 + \int A_2\,dA_3 - A_3\,dA_2 - \int B_2\,dB_3 - B_3\,dB_2 + (A_1 + B_1)\sqrt{\Delta},$$
$$y = A_3B_1 - A_1B_3 + \int A_3\,dA_1 - A_1\,dA_3 - \int B_3\,dB_1 - B_1\,dB_3 + (A_2 + B_2)\sqrt{\Delta},$$
$$z = A_1B_2 - A_2B_1 + \int A_1\,dA_2 - A_2\,dA_1 - \int B_1\,dB_2 - B_2\,dB_1 + (A_3 + B_3)\sqrt{\Delta},$$
$$\Delta = \frac{S(A_i + B_i)A'_i S(A_i + B_i)B'_i}{SA'_i B'_i} - S(A_i + B_i)^2,$$

dans lesquelles les fonctions A_i *et* B_k *sont assujetties à vérifier les relations* (4), *définissent toutes les surfaces applicables sur le conoïde droit*

$$(5)\qquad \frac{y}{x} = ith\left(2\sqrt{2}\,iz\right)^{\frac{1}{2\sqrt{2}}}.$$

» On pourra, comme dans la théorie des surfaces minima, exprimer A_1, A_2, A_3 au moyen d'une fonction $f(\alpha)$ et de ses dérivées première et seconde, et B_1, B_2, B_3 au moyen d'une fonction $f_1(\beta)$ et de ses dérivées première et seconde. On obtiendra alors des surfaces réelles en prenant pour $\sqrt{i}\,f(\alpha)$ et $\sqrt{i}\,f_1(\beta)$ des fonctions imaginaires conjuguées; les points réels correspondront à des valeurs de α et de β imaginaires conjuguées. Si $f(\alpha)$ et $f_1(\beta)$ sont des polynomes entiers, la surface sera algébrique.

» En s'appuyant sur la génération des surfaces de la première classe, due à M. Darboux, on peut donner, à l'énoncé ci-dessus, une forme entièrement géométrique.

» *Soient* (A) *et* (B) *deux courbes telles que le rayon de torsion égale* $2is$, s *désignant l'arc de la courbe. Par le milieu de la corde qui joint un point quelconque* A *de* (A) *à un point quelconque* B *de* (B), *on mène une droite* d *parallèle à l'intersection des plans osculateurs aux points* A *et* B. *Lorsque ces points se déplacent indépendamment l'un de l'autre sur les courbes qui les contiennent, la droite* d *engendre une congruence sur les deux nappes de la surface focale de laquelle les lignes d'égale courbure totale sont des lignes de courbure. Les nappes des développées de ces surfaces qui correspondent à ces lignes de courbure sont applicables sur le conoïde défini par l'équation* (5). *Cette construction donne toutes les surfaces applicables sur ledit conoïde.*

» En terminant, je signalerai l'hypothèse $\varphi(\lambda) = \frac{1}{4(\lambda - 1)}$; elle met en

évidence l'existence d'un conoïde droit dont la déformation se ramène à celle de la sphère. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Le problème des surfaces chargées debout. Solution dans le cas du cylindre de révolution.* Note de M. **Alban Gros**, présentée par M. Maurice Levy.

« L'étude des conditions de stabilité de certains dispositifs de construction conduit à la recherche des conditions de l'équilibre élastique d'un cylindre creux de faible épaisseur supportant une charge parallèle à l'axe et uniformément répartie sur tout son pourtour. Il faut d'abord que la pression par unité de surface de la section transversale ne dépasse pas un certain chiffre dépendant du métal employé. Mais, en outre, l'épaisseur du cylindre doit être suffisante pour donner toute sécurité contre les suites des gauchissements ou flambages éventuels de la paroi.

» On rencontre là un problème analogue à la question plus générale des *pièces courbes chargées debout*, que M. Maurice Levy a posée et résolue pour le cas de l'anneau circulaire soumis à une pression extérieure (*Comptes rendus*, t. XCVII, et *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 3e série, t. X). Celui que nous avons en vue se pose ainsi :

» *Étant donné un manchon ou cylindre creux de révolution de faible épaisseur par rapport au rayon et uniformément chargé suivant son axe, déterminer l'épaisseur minima correspondant à une charge donnée, ou, inversement, la charge maxima correspondant à une épaisseur donnée, telle que la paroi du manchon reprenne rigoureusement la forme cylindrique primitive dont elle aura pu accidentellement dévier, dès que la cause perturbatrice aura disparu.*

» Soient : $2H$ la hauteur du cylindre; r le rayon intérieur; ε l'épaisseur; p la charge par mètre courant de pourtour des bases, charge parallèle aux génératrices; E le coefficient d'élasticité longitudinale (dans le sens des génératrices); E' le coefficient d'élasticité transversale tangentielle (perpendiculairement aux génératrices).

» Au moyen de plans méridiens infiniment rapprochés, décomposons la paroi en éléments prismatiques longitudinaux, et supposons, pour fixer les idées, que les deux bases soient complètement libres, sans aucune espèce de liaisons, et que l'on provoque une déformation accidentelle de nature telle que la paroi fléchie reste de révolution. Tous ces prismes élémen-

taires se trouvant, par raison de symétrie, dans des conditions identiques, il suffit de considérer l'un quelconque d'entre eux. Cela étant :

» 1° Si l'on ne tient pas compte de l'élasticité transversale mesurée par E', c'est-à-dire si l'on suppose les prismes élémentaires ci-dessus isolés les uns des autres et le cylindre constitué par leur simple juxtaposition, chacun d'eux sera identique à un prisme ordinaire chargé debout et à extrémités libres. On aura immédiatement la condition correspondante de l'équilibre limite d'élasticité en appliquant la formule classique d'Euler; ce qui conduit ici à la relation limite

$$(1) \qquad p = \frac{\pi^2 E \varepsilon^3}{48 H^2}.$$

» Cette condition, assurant l'équilibre élastique limite de chacun des prismes élémentaires supposés isolés, assurera *a fortiori* l'équilibre du cylindre réel dans lequel les prismes élémentaires sont solidaires les uns des autres. C'est une condition *suffisante, mais non nécessaire,* pour l'équilibre élastique limite du cylindre.

» 2° Si l'on met en ligne de compte l'élasticité transversale, c'est-à-dire si l'on tient compte des liaisons mutuelles des prismes élémentaires, on trouve, en partant des principes de la théorie élémentaire de la flexion plane, que chacun de ces prismes et, par suite, l'ensemble du cylindre constitué par leur réunion reprendront rigoureusement la forme rectiligne ou cylindrique primitive, après disparition de la cause perturbatrice, pour toutes les valeurs de la charge inférieures à la limite

$$(2) \qquad p = \frac{\varepsilon^2}{r}\sqrt{\frac{E E'}{3}},$$

relation qui constitue une deuxième condition d'équilibre limite.

» On obtient ainsi deux conditions complètement distinctes et indépendantes l'une de l'autre, chacune assurant séparément l'équilibre limite d'élasticité du cylindre. Les valeurs de la charge limite p correspondant à ces deux formules pour une valeur donnée de ε, ou, inversement, de l'épaisseur ε pour une charge déterminée p, sont tantôt plus grandes, tantôt plus petites l'une que l'autre, suivant les valeurs relatives des données dans chaque cas particulier.

» Nous ferons les deux remarques suivantes concernant les applications :

» 1° Il ne faut pratiquement faire supporter à un support cylindrique

qu'une fraction $\frac{1}{k}$ ($k > 1$) de la charge limite théorique, pour la même raison que l'on ne fait travailler une colonne métallique qu'à un chiffre bien inférieur à la limite donnée par la formule d'Euler.

» 2° En raison de la faible épaisseur, il est prudent d'ajouter une certaine constante ε' à la valeur calculée de ε, afin de tenir compte des causes d'affaiblissement éventuelles.

Les deux relations précédentes, considérées au point de vue des applications, prennent ainsi la forme

$$(1)' \qquad p = \frac{\pi^2 E(\varepsilon - \varepsilon')^3}{48 k H^2},$$

$$(2)' \qquad p = \frac{(\varepsilon - \varepsilon')^2}{k\pi}\sqrt{\frac{EE'}{3}}.$$

» On peut démontrer que les conditions précédentes assureront encore l'équilibre élastique du cylindre dans le cas d'une déformation accidentelle quelconque.

» Si les bases étaient soumises à des liaisons, telles que des encastrements, la nouvelle relation (1) se déduirait immédiatement de la relation correspondante pour le cas d'un prisme ordinaire chargé debout; la nouvelle forme de la relation (2) résulterait de l'adjonction, aux équations de condition du cas précédent, des conditions spéciales résultant des liaisons données. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le rôle de la self-induction dans les décharges électriques à travers les gaz.* Note de M. **B. Eginitis**, présentée par M. J. Violle.

« I. La variation de la self-induction du circuit de décharge provoque de grandes variations des phénomènes calorifiques présentés par les pôles entre lesquels les étincelles jaillissent. La température des pôles augmente énormément, présentant des maxima et des minima quand la self-induction du circuit prend des valeurs croissantes.

» Les étincelles sont fournies par une grande bobine d'induction dont le primaire est traversé par un courant alternatif de 42 périodes, et qui actionne deux grandes bouteilles de Leyde de 0,005 microfarads, selon le dispositif de Tesla. Par l'introduction de bobines sans noyau métallique dans le circuit de décharge, la self-induction

peut prendre des valeurs croissantes. La résistance du circuit est maintenue à la valeur constante de 12 ohms.

» Pour comparer les variations des phénomènes calorifiques des pôles avec les variations lumineuses de l'auréole, nous avons pris comme pôles de longs fils de 1^{mm} de diamètre environ. Ces fils deviennent incandescents par l'augmentation de la self-induction, et l'on peut ainsi, en photographiant, suivre les variations calorifiques des pôles et en même temps les variations lumineuses de l'auréole.

» D'après ces photographies, les variations de l'éclat de l'auréole et les variations de l'échauffement des pôles sont, au commencement, de sens contraire pour tous les métaux examinés. Quand la self-induction prend des valeurs assez grandes, la température des pôles pour les métaux fer et nickel augmente de plus en plus, ainsi que l'éclat de l'auréole.

» Mais cette méthode n'est pas assez sensible pour étudier les variations de la température des pôles. C'est pour cela que nous nous sommes servi d'une pince thermo-électrique, reliée à un galvanomètre Deprez-d'Arsonval de 1,8 ohm de résistance.

» 2. Plusieurs précautions, sur lesquelles je ne puis pas m'étendre, sont nécessaires pour que les déterminations par la pince thermo-électrique ne soient pas absolument absurdes. Parmi ces précautions, nous en citerons une qui présente un intérêt particulier. La température des pôles dépend de la température qu'ils ont avant que les étincelles commencent à jaillir.

» L'expérience suivante nous montre l'*influence, sur la décharge, d'un échauffement préalable des pôles.*

» Si l'on introduit dans une bobine de self-induction de 0,0003 henrys environ un noyau de fer avant que les étincelles commencent à jaillir, la température des pôles reste presque la même que si la bobine de self-induction n'existait pas. Mais si le noyau de fer est introduit dans la bobine pendant que les étincelles jaillissent, dans certains cas déterminés, il n'a aucune influence sur l'échauffement des pôles. *L'échauffement reste le même que si le noyau de fer n'existait pas dans la bobine.*

» Pour montrer que c'est l'échauffement des pôles qui est la cause de ce phénomène, nous avons interrompu le courant pendant une seconde environ et puis nous l'avons rétabli après avoir soufflé un peu dans l'intervalle des pôles. Les pôles reprennent alors le même échauffement que sans noyau de fer. Si l'interruption est prolongée pendant quelques secondes, les pôles sont refroidis et l'échauffement ne se produit plus.

» En général, le noyau métallique détruit l'effet calorifique de la self-induction. Cette destruction peut être ou totale ou partielle, suivant la valeur de la self-induction, les dimensions du noyau et sa nature, ainsi que la nature des pôles, leur forme et leurs dimensions.

» 3. Les métaux que nous avons examinés au moyen de la pince sont le fer, le nickel, l'aluminium, le cuivre et l'argent. Quelques déterminations ont été faites aussi sur l'étain, le cobalt et le platine.

» Quand la self-induction augmente, la distance des pôles restant constante, la température des pôles augmente au commencement très rapidement pour tous les métaux. La différence de la température de deux pôles, qui, au commencement, est presque nulle, devient très grande pour de faibles valeurs de la self-induction. Si la self-induction continue à augmenter, la température des pôles présente alors des maxima et des minima.

» Si la self-induction reste constante et qu'on fasse varier la distance explosive, l'échauffement des pôles varie ou bien toujours dans le même sens, ou bien présente aussi des maxima et des minima.

» 4. Une première remarque qu'on a à faire sur ce phénomène, c'est que les métaux fer, nickel et cobalt, dont l'échauffement est très grand, sont des métaux dont les spectres se renforcent par l'augmentation de la self-induction. Au contraire, les métaux qui ne donnent pas de grandes variations d'échauffement sont des métaux dont le spectre est plus ou moins diminué d'intensité par l'augmentation de la self-induction. Cependant nous devons ajouter que ce classement est encore arbitraire.

» Contrairement à l'opinion de quelques physiciens, nous croyons que l'échauffement des pôles n'est dû, au moins dans ce phénomène, ni à la présence de la vapeur métallique, ni à l'arrachement aux pôles de particules incandescentes. En effet, la manière dont l'échauffement varie est contraire à ces opinions. Ainsi, par exemple, si l'on compare les variations de l'échauffement avec les variations de l'auréole ou l'in-



tensité des raies métalliques dans le cas de petites valeurs de la self-induction, on voit que ces dernières diminuent rapidement d'intensité quand la self-induction augmente, tandis que la température des pôles, au contraire, augmente très vite.

» En outre, dans la photographie suivante des électrodes, on voit que la présence simplement de la vapeur incandescente ne pourrait pas expliquer ces phénomènes. Le pôle chauffé était rouge jusqu'à une distance de 2^{cm} environ de l'extrémité, mais la plaque, n'étant pas sensible au rouge, nous montre seulement une partie en forme de calotte qui était chauffée jusqu'au blanc. Les bords de cette calotte, qui subit de petites transformations continuellement, étaient très nettement marqués à l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur (ce qui n'est pas très net sur la photographie). C'est cette calotte qui se présente d'abord, et puis, peu à peu, le reste du pôle s'échauffe.

» Il nous faut remarquer enfin que cette calotte est à l'état liquide et se trouve toujours en face du cône de vapeur donné par l'autre pôle, vapeur qui, en général, n'est pas en contact avec cette calotte. »

ÉLECTRICITÉ. — *Action d'un champ magnétique intense sur le flux anodique.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note présentée récemment à l'Académie (24 mars 1902), j'indiquais que les actions que produit un champ magnétique intense sur le flux cathodique s'expliquent bien en admettant que le champ donne naissance à un frottement anisotrope très grand dans le sens perpendiculaire aux lignes de forces et beaucoup plus faible dans le sens parallèle à celles-ci.

» Les expériences qui suivent mettent en évidence, de la façon la plus nette, une action du même genre sur le flux cathodique d'un tube de Geissler.

» Un tube cylindrique, ayant 1^{m} de long et 17^{mm} de diamètre, présentant de belles stratifications, est disposé de façon qu'une région illuminée par les rayons anodiques, le milieu, par exemple, soit placée entre les pièces polaires cylindriques (7^{cm} de diamètre) d'un électro-aimant, juste assez distantes pour laisser passer le tube; l'axe du tube est ainsi normal aux lignes de forces du champ magnétique. Tant que l'intensité de celui-ci ne dépasse pas 425 unités environ, il se produit le phénomène bien connu : le faisceau anodique est dévié conformément aux lois de l'électromagnétisme et vient former contre la paroi du tube un filet lumineux d'autant plus mince et d'autant plus intense que le champ est plus fort. Mais, si le champ vient à augmenter au delà de 425 unités, le filet lumineux, au lieu de s'amincir davantage, s'élargit au contraire de plus en plus à mesure que l'intensité du champ augmente, et, pour des intensités de 7000 à 8000 unités, la lumière anodique remplit de nouveau toute la section du tube à peu près uniformément, quoique la partie où se

trouvait le filet lumineux soit un peu plus lumineuse que la partie opposée. Cette lumière anodique ne présente plus de stratifications. Dans ces conditions, la résistance du tube est devenue énorme : l'étincelle équivalente dans l'air atteint 24^{mm} tandis qu'elle n'était que de 1^{mm} en l'absence du champ ou quand celui-ci est assez faible pour réduire à un mince filet le faisceau anodique (sur le parcours de 7^{cm}).

» La grande résistance qui se produit dans les champs très intenses est rendue encore manifeste par l'expérience suivante qui est d'un curieux effet. Un tube semblable au précédent présente une dérivation formée par un tube de verre bien plus étroit (5^{mm} à 6^{mm} de diamètre), qui contourne l'une des pièces polaires de l'électro-aimant de façon à permettre au flux anodique de ne pas passer dans le champ intense. Tant que le champ est faible, le flux anodique passe tout droit à travers le champ, sans que rien de visible ne passe dans le tube en dérivation. Mais, quand le champ devient intense, tout le flux anodique passe par la dérivation, en formant un filet très mince, sans que rien de visible ne passe tout droit dans le large tube à travers le champ intense.

» Si l'on place le premier tube employé dans le sens des lignes de forces du champ en l'introduisant à l'intérieur des trous dont sont percées suivant leur axe les pièces polaires, celles-ci ayant la même distance et donnant entre elles un champ de 7000 ou 8000 unités, le faisceau s'amincit, comme je l'ai déjà signalé ([1]), en un mince cylindre occupant seulement l'axe du tube. Malgré cela, le tube n'est pas sensiblement plus résistant qu'en l'absence du champ : l'étincelle équivalente est encore de 1^{mm}.

» Ainsi ces expériences prouvent que le flux anodique, tout comme le flux cathodique, éprouve une résistance (mot à prendre dans le sens mécanique) très grande à marcher dans une direction perpendiculaire aux lignes de forces d'un champ magnétique intense et n'en éprouve qu'une beaucoup plus faible à marcher dans le sens de ces lignes de forces.

» Cette propriété explique parfaitement le phénomène de l'amincissedu faisceau anodique entre les pièces polaires de l'électro-aimant quand le tube est placé suivant l'axe de celles-ci : des lignes de forces partent de la paroi interne des trous des pièces polaires et se rapprochent ensuite beaucoup les unes des autres entre ces pièces, puisque le champ y est beaucoup plus intense que dans l'intérieur des trous. Le tube de forces a donc la forme d'un entonnoir à deux évasements, un à l'intérieur de chacun des

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 1200.

trous, réunis par un canal étroit. C'est exactement la forme que prend le flux anodique quand le champ est très intense, à cause de la difficulté qu'il éprouve à couper les lignes de forces.

» Les particules ténues qu'on admet aujourd'hui pour expliquer par leur mouvement le flux cathodique et le flux anodique sont électrisées, les unes positivement, les autres négativement. Cette électrisation est-elle nécessaire pour que le phénomène que je viens de signaler se produise? Je vais tenter quelques expériences sur les rayons de Goldstein pour élucider cette question. »

SPECTROSCOPIE. — *Action de la self-induction sur les spectres de dissociation des composés.* Note de M. A. DE GRAMONT, présentée par M. G. Lippmann.

« Dans les méthodes spectroscopiques que j'ai déjà exposées ici, l'analyse spectrale directe des minéraux (¹) ou des produits métallurgiques et celle des composés non conducteurs par les sels fondus (²), les spectres de dissociation obtenus sont généralement formés d'un grand nombre de raies des corps présents dans l'étincelle et, en plus, des principales raies de l'air, spécialement dans le cas de l'analyse directe. Je me suis proposé de chercher à simplifier ces spectres par l'introduction d'une self-induction dans le circuit de décharge du condensateur, ce que faisaient prévoir les travaux de MM. Schuster et Hemsalech.

» J'ai fait usage de bobines d'induction donnant 5^{cm} et 10^{cm} d'étincelle et chargeant un condensateur formé de 1 à 6 jarres intercalables à volonté dans le circuit, dont chacune avait $12^{dm^2},60$ de condensation, et 0,00433 microfarad de capacité. Je n'ai pas trouvé d'avantage à employer plus de 3 ou 4 jarres. Entre l'étincelle à étudier, maintenue très courte, et les armatures du condensateur étaient disposées, d'un côté une coupure de faible distance explosive, 1^{mm} au plus, et de l'autre les self-inductions de grandeurs différentes successivement mises en essai. Celles-ci étaient constituées : 1° par deux manchons isolants (bois ou carton) de $4^{cm},5$ de diamètre, portant une couche de fil isolé de 35 tours pour l'un et de 93 pour l'autre, et donnant pour valeurs $0^{H},00002$ et $0^{H},00006$ (Henry); 2° une grande bobine de 72^{cm} de longueur portant, sur un noyau isolant de $2^{cm},8$, douze couches, de 216 tours de fil pour les trois premières,

(¹) *Comptes rendus*, 12 mars, 2 avril, 2 juillet 1894; 8 avril, 8 juillet 1895; 29 juin 1896; 28 novembre 1898.

(²) *Comptes rendus*, 25 janvier, 19 juillet, 26 juillet 1897; 18 avril, 23 mai 1898.

et 242 tours pour les neuf autres. Ces couches, qu'on peut employer séparément, offrent, réunies, une self-induction totale qui a été évaluée à $0^{H},0225$ par mesure directe (Laboratoire central d'électricité, méthode Pirani), et à $0^{H},0251$ par le calcul. Je me suis borné à calculer les valeurs des selfs séparées; elles présentent sans doute un écart de même ordre, peu important à cause de l'incertitude des limites entre les différents effets observés. Ceux-ci dépendent aussi, dans une certaine mesure, du rapport, encore mal connu, entre le condensateur et la self; mais, pour ma part, je n'ai trouvé qu'une différence d'intensification des raies restantes en employant une jarre ou bien deux ou trois, dans les conditions où j'ai opéré.

» L'étincelle ainsi produite était étudiée dans le spectroscope à vision directe à deux prismes ayant servi à mes travaux antérieurs.

» J'ai constaté d'abord que le spectre de l'*air* est très facile à éliminer et peut l'être sans altérer ceux des autres corps. Il suffit d'une quarantaine de tours de fil ($0^{H},00002$) pour rendre presque invisibles [1] les raies capitales δ(5943; 5933), β(5680; 5671), α(5006; 5003), et le groupe ε(4651 à 4591); elles sont totalement supprimées, même avec 3 jarres, avec une self de $0^{H},00006$ à $0^{H},00008$. On voit donc que les selfs suffisantes pour retrancher le spectre de l'air sont de l'ordre de grandeur de celles que peuvent donner les boudins de fils en spirale qu'on emploie souvent pour les connexions électriques. J'ajouterai que les composés tels que les minéraux, la chalcosine ou l'argyrose, par exemple, permettent une élimination beaucoup plus facile du spectre de l'air que les métaux libres, cuivre ou argent, qu'ils renferment à l'état de combinaison.

» On remarque ensuite qu'un accroissement de la self-induction amène très rapidement la disparition des spectres de lignes des métalloïdes, soit libres, soit contenus dans les minéraux ou les sels fondus, et cela avant d'être arrivé à des valeurs de self capables de modifier sensiblement les spectres des métaux.

» L'*hydrogène* est toujours très facilement reconnaissable, comme on sait, par sa raie rouge (6563), soit dans l'air, soit dans tout mélange de gaz hydrogéné ou non absolument desséché. Cette raie est très intense avec les sels en fusion dans la flamme. Elle persiste, en présence des selfs croissantes, après que les raies de l'air ont disparu; elle n'a cessé d'être visible que pour $0^{H},00023$.

» Une self un peu supérieure à celle qui supprime le spectre de l'air a le même effet sur celui du soufre. Le meilleur procédé pour conserver ce dernier est d'éliminer les raies de l'air avec $0^{H},00007$, mais de renforcer celles du soufre avec 3 ou 4 jarres.

---

(1) Et tout à fait invisibles dans les sels fondus, où d'ailleurs elles sont souvent absentes sans l'emploi de la self-induction.

Ce résultat a été obtenu avec le soufre libre sur des baguettes de charbon, et plus aisément avec la galène, l'argyrose, la chalcosine et les sulfates de sodium et de lithium fondus. Les groupes du soufre les plus reconnaissables ainsi sont : α(5665 à 5509), β(5473 à 5429), γ(5243; 5320), δ(5213; 5201), la raie β(5453) étant la dernière à disparaître.

» Avec la zorgite ($PbCu^2Se$) ou le sélénium libre, ce dernier métalloïde semble plus résistant à la self que le soufre; néanmoins, ses raies vertes les plus persistantes disparaissent vers $0^H,00023$.

» Les tellurates fondus et le *tellure* libre donnent un beau spectre persistant de ce métalloïde, bien visible encore avec $0^H,0004$, même avec une seule jarre. La raie verte ε(5650) visible encore avec $0^H,01014$ est la dernière à disparaître.

» Le *phosphore* est bien reconnaissable dans les sels fondus et les phosphures métalliques par son triplet rouge α (6043 à 6026) et ses raies vertes, avec de faibles selfs ($0^H,00008$), qu'il semble supporter mieux que le soufre, tout en ayant à peu près les mêmes limites de disparition.

» L'introduction dans le circuit de faibles self-inductions croissantes, faciles à préparer soi-même, permet donc de simplifier les spectres de dissociation, en éliminant d'abord celui de l'air puis, successivement, ceux de différents métalloïdes, ce qui me paraît être avantageux dans les recherches de chimie analytique. J'espère pouvoir donner prochainement les résultats obtenus avec les autres métalloïdes. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la loi de Maxwell $n^2 = K$ pour quelques composés contenant de l'azote.* Note de M. **Edm. van Aubel**, présentée par M. Lippmann.

« Il paraît utile de faire connaître les exceptions à l'importante loi de Maxwell $n^2 = K$, qui établit une relation entre l'indice de réfraction et la constante diélectrique, afin de pouvoir déterminer les raisons pour lesquelles plusieurs substances ne satisfont pas à cette formule (1). Je me suis proposé d'examiner à ce point de vue quelques liquides organiques renfermant de l'azote.

» Herman Schlundt (2) a mesuré les constantes diélectriques de plusieurs liquides purs, par la méthode de Drude. Il a trouvé (*loco citato*,

(1) A. Batschinski, *Ueber das Maxwell'sche Gesetz $n^2 = K$ in Bezug auf die Theorie des molekularen Baues der Körper* (Communication préliminaire). (*Zeitschrift für physikalische Chemie*, vol. XXXVIII, 1901, p. 119-121.)

(2) *Journal of physical Chemistry*, vol. V, 1901, p. 503.

page 516) que, dans les séries homologues, les constantes diélectriques diminuent lorsque le poids moléculaire augmente. Aucune exception à cette règle n'a été trouvée parmi les substances étudiées. Les amines primaires ont des constantes diélectriques plus élevées que les amines secondaires correspondantes, et celles-ci donnent lieu à des valeurs plus grandes que les amines tertiaires. Ainsi l'on a :

Éthylamine............	constante diélectrique	: 6,17
Diéthylamine..........	»	: 3,58
Triméthylamine........	»	: 2,95

» Montrons tout d'abord que le contraire s'observe pour les indices de réfraction.

Substances.	Indices de réfraction (*Tables de* H. DUFET, 1er fascicule).
Diéthylamine...........	pour la raie D et à 17°,6 : 1,38730
Triéthylamine..........	» D et à 20 : 1,40032
Propylamine...........	» D et à 16,6 : 1,39006
Dipropylamine.........	» D et à 19,5 : 1,40455
Tripropylamine.........	» D et à 19,4 : 1,41756

» Les Tableaux suivants établissent que la loi de Maxwell $n^2 = K$ n'est pas vérifiée pour les liquides considérés qui renferment de l'azote.

1. *Combinaisons nitrées.*

	Indices de réfraction (R. LOEWENHERZ, *Zeitschrift für physik. Chemie*, vol. VI, 1890, p. 558).	Constantes diélectriques (HERMAN SCHLUNDT, *loco citato*, p. 511).
Nitrométhane...............	pour la raie D et à 20° : 1,3817	40,4 à 19°
Nitroéthane.................	» D et à 20 : 1,3920	29,5 à 18

2. *Nitrates.*

	Indices de réfraction (R. LOEWENHERZ, *loco citato*, p. 556).	Constantes diélectriques (H. SCHLUNDT, *loco citato*, p. 511).
Nitrate d'éthyle.............	pour la raie D et à 20° : 1,3859	18,3 à 18°
Nitrate de propyle normal....	» D et à 20 : 1,3972	13,9 à 18
Nitrate d'isobutyle...........	» D et à 20 : 1,4028	11,7 à 19

3. *Amines.*

	Indices de réfraction (H. DUFET, *Tables*).	Constantes diélectriques (H. SCHLUNDT, *loco citato*, p. 508).
Diéthylamine...............	pour la raie D et à 17°,6 : 1,38730	3,58 à 21°
Dipropylamine.......... ..	» D et à 19,5 : 1,40455	2,90 à 22

4. *Nitriles.*

	Indices de réfraction (H. Dufet, *Tables*).	Constantes diélectriques (H. Schlundt, *Journal of physical Chemistry*, vol. V, 1901, p. 165).
Acétonitrile	pour la raie D et à 16°,5 : 1,34596	36,4 à 21°
Propionitrile	» D et à 14,6 : 1,36888	26,5 à 22
Valéronitrile (iso)	» D et à 18 : 1,3917	» »
Capronitrile (iso)	» D et à 18 : 1,4087	15,5 à 22

» Ainsi, pour les substances examinées dans ces quatre catégories de composés, la constante diélectrique diminue quand le poids moléculaire s'élève, tandis que l'indice de réfraction augmente dans ces conditions. »

CHIMIE. — *Glucose et carbonates de cérium. Sur un nouveau mécanisme d'oxydation provoquée.* Note de M. **André Job**, présentée par M. Troost.

« J'ai analysé avec détails le mécanisme de l'oxydation spontanée du carbonate céreux dissous en liqueur alcaline, et j'ai montré l'intérêt que présente ce composé comme générateur d'oxygène actif. Le carbonate de peroxyde, auquel il donne naissance à froid par le simple contact de l'air, est un oxydant capable de fournir de l'eau oxygénée quand on le dissout dans les acides (1). Tout récemment, M. Baur (2) vient de faire une application de ces propriétés : en agitant à l'air la solution alcaline de carbonate céreux additionnée d'arsénite de potassium, il a provoqué l'oxydation de celui-ci, et vérifié que la quantité totale d'oxygène fixée correspond bien à la formation primaire du peroxyde. Je poursuis moi-même l'étude de ces oxydations provoquées, et j'avais observé le cas cité par M. Baur; j'en ai aussi observé d'autres dont l'intérêt est tout différent, et la publication de son travail m'engage à décrire dès maintenant quelques-unes de mes expériences.

» Les sels céreux sont incolores, les sels cériques sont jaunes, les sels percériques sont rouges. Grâce à ces colorations diverses qui illustrent le phénomène et par un choix convenable de concentrations, on peut aisément rendre visible le rôle du sel céreux comme véhicule d'oxygène.

(1) *Thèse* présentée à la Faculté des Sciences de Paris, 1899, et *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XX, 1900, p. 207.

(2) *Zeitschrift für anorganische Chemie*, t. XXX, p. 251.

» On prend deux flacons semblables, A et B, d'environ 200$^{cm^3}$. Dans chacun d'eux on verse successivement 50$^{cm^3}$ d'une solution concentrée de carbonate de potassium, puis 5$^{cm^3}$ d'une solution de nitrate céreux contenant environ 10^g de cérium par litre. On verse ensuite en A 20$^{cm^3}$ d'une solution étendue de carbonate de potassium contenant environ 10^g d'acide arsénieux par litre, et en B le même volume d'une solution étendue de carbonate de potassium pur. On agite ensemble les deux flacons. Dans le flacon B, qui n'a pas reçu d'arsénite, on voit se développer rapidement une coloration rouge orangé. Dans le flacon A, au contraire, elle n'apparaît que faiblement. On interrompt l'agitation. La coloration rouge persiste en B, tandis qu'en A on la voit rétrograder en quelques minutes pour faire place à une franche coloration jaune. On constate ainsi dans les deux liqueurs la formation primaire du sel peroxydé. Mais dans l'une le sel percérique oxyde rapidement l'arsénite et atteint l'état cérique dont la couleur apparaît seule dès que l'agitation a cessé. Dans l'autre, le sel percérique n'oxyde que très lentement le sel céreux en excès et la coloration rouge persiste pendant plusieurs heures (¹).

» L'oxydation de l'arsénite de potassium provoquée ainsi par le carbonate céreux est forcément limitée, puisqu'elle entraîne la transformation du sel céreux en sel cérique incapable de fixer l'oxygène de l'air. On peut aussi, à l'aide du carbonate céreux, provoquer des oxydations illimitées, et j'en ai trouvé un exemple très net dans le cas du glucose. Si l'on prépare à froid une solution concentrée de glucose pur et d'un poids égal de carbonate de potassium, on constate qu'elle réduit les liqueurs percériques à la température ordinaire. La réduction est beaucoup plus lente qu'avec l'arsénite de potassium, mais elle est plus profonde. La liqueur percérique rouge est complètement décolorée et ramenée à l'état de sel céreux. La solution de glucose avant l'addition du sel de cérium ne pouvait pas (ou ne pouvait qu'avec une extrême lenteur) fixer l'oxygène de l'air. Mais à présent le sel céreux va servir d'intermédiaire, passer de nouveau à l'état peroxydé, céder son oxygène au glucose et, sans cesse régénéré par lui, continuer indéfiniment son œuvre oxydante. C'est ce qu'on observe en effet. La solution, agitée à l'air, rougit; puis, abandonnée à elle-même, elle se décolore jusqu'à ce qu'une nouvelle agitation la colore à nouveau. Si on la laisse au repos, elle reste incolore dans sa masse, mais la surface de contact avec l'air prend une coloration rouge qui manifeste l'activité

(¹) M. Baur, ne s'étant pas préoccupé de la démonstration qualitative du mécanisme, s'est placé dans des conditions très différentes; il prend un grand excès d'acide arsénieux qui, réduisant instantanément le peroxyde, ne doit pas laisser apparaître la coloration rouge.

de la liqueur. Ainsi le carbonate céreux fonctionne à l'égard du glucose comme une véritable oxydase.

» On peut maintenant, en variant les conditions de l'expérience, observer un phénomène nouveau. Si l'on prépare une liqueur alcaline *cérique* (en dissolvant le nitrate cérique ammoniacal dans une solution concentrée de carbonate de potassium), on constate qu'elle est incapable de s'oxyder à l'air. Ajoutons-y du glucose : la solution cérique est elle-même décolorée et réduite. Par suite, elle a acquis la propriété de fixer l'oxygène, et, si on l'agite à l'air, elle devient rouge. Donc, *c'est le glucose qui provoque, ici, la peroxydation du sel de cérium*.

» Ainsi nous avons deux corps, carbonate cérique et glucose, qui, séparés, ne s'oxydent ni l'un ni l'autre, et qui, mélangés, s'oxydent tous les deux. L'action du sel céreux sur le glucose rentre dans la catégorie des phénomènes ordinairement observés. Mais l'influence oxydante du glucose sur le sel cérique constitue un mécanisme nouveau d'oxydation provoquée.

» On voit, de plus, que le carbonate cérique, qui seul ne peut engendrer d'oxygène actif, acquiert cette propriété dès qu'il est additionné de glucose, et peut alors provoquer l'oxydation de l'arsénite de potassium. Le glucose aura, de la sorte, déterminé une *oxydation provoquée induite*.

» Ces faits apportent une confirmation nouvelle à la théorie exposée ici même par M. Bach (¹) sur le rôle des peroxydes dans les oxydations lentes. Mais ils montrent qu'il serait imprudent de rapporter tous ces phénomènes à un même type de réaction, et que le peroxyde n'y est pas toujours le seul intermédiaire nécessaire. Aussi serait-il intéressant de grouper d'autres faits analogues. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages du cadmium avec le baryum et le calcium*. Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. Moissan.

« Au cours d'un Travail ayant pour but l'étude du strontium et d'un certain nombre de ses dérivés, j'ai été amené à préparer des alliages du cadmium avec le strontium. Dans une Note précédente (²) j'en décrivais les principales propriétés et je montrais que, si le strontium ne pouvait y

(¹) Voir aussi *Moniteur de Quesneville*, 1897.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 105.

être séparé complètement du cadmium par distillation dans le vide en raison de la volatilité notable du premier, on pouvait cependant utiliser ces alliages à la préparation, à l'état de pureté, de certains dérivés du strontium, en particulier de son hydrure, qui n'avait pas encore été obtenu.

» La formation de cet hydrure à partir des alliages en question présente certaines particularités sur lesquelles je reviendrai prochainement; mais cependant, dans leur ensemble, les propriétés de cet hydrure se rapprochent de celles de l'hydrure de calcium, si bien étudié par M. Moissan. Au contraire, les conditions de sa formation semblent l'éloigner de l'hydrure de baryum de M. Guntz ([1]), puisque l'hydrure de strontium s'obtient facilement pur vers 650° en partant de l'alliage strontium-cadmium, tandis qu'il faut chauffer vers 1400° pour obtenir l'hydrure de baryum au moyen de l'amalgame de baryum. *A priori*, il est difficile d'admettre que ce soit la présence du cadmium dans un cas, du mercure dans l'autre, qui détermine une aussi grande différence dans la faculté d'absorption de l'hydrogène par deux métaux ayant des propriétés que l'on admet généralement devoir être très voisines.

» C'est cette divergence qui m'a amené à étudier comparativement les conditions de formation et de décomposition des hydrures alcalino-terreux. Ne pouvant former ces hydrures à partir des métaux libres, puisque, seul parmi eux, le calcium est connu à l'état de pureté, j'ai dû m'adresser à des alliages de ces métaux avec un métal facilement volatil, tel que le mercure ou le cadmium. Les alliages des métaux alcalino-terreux avec le cadmium étant plus faciles à obtenir purs et plus concentrés que les amalgames correspondants, ce sont eux que j'ai utilisés de préférence.

» J'ai déjà décrit la préparation et les propriétés de l'alliage cadmium-strontium. Ceux du baryum et du calcium peuvent être obtenus d'une manière analogue.

» On place, dans un creuset en fer à couvercle vissé, un mélange de 100^g de cadmium, 50^g de sodium et 225^g d'iodure de baryum ou 175^g d'iodure de calcium parfaitement secs, puis on chauffe au rouge cerise pendant deux heures environ. Dans les deux cas, on trouve au fond du creuset les alliages formant une couche parfaitement fondue surmontée d'une certaine quantité de sodium inaltéré et d'iodure de sodium.

» La teneur en métal alcalino-terreux des alliages ainsi obtenus est en moyenne de 16 à 18 pour 100. Ceux-ci peuvent être facilement enrichis par distillation dans le vide à une température assez basse pour que l'on puisse opérer dans un tube de verre. En chauffant ainsi ces alliages à la température la plus élevée que puisse supporter le

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 963.

verre de Bohême sans fondre, on peut amener ces alliages, en une journée, à des teneurs de 40 à 44 pour 100 de métal alcalino-terreux.

» Pour le baryum, cette teneur de 45 pour 100 semble pratiquement ne pouvoir être dépassée, car, pour aller plus loin, il faudrait chauffer à une température plus élevée et le baryum devient alors trop volatil. Au contraire, l'expérience prouve que, dans les mêmes conditions, le calcium est beaucoup moins volatil que le strontium et le baryum, et, en opérant dans un tube de porcelaine, à une température de 800°, nous avons pu amener l'alliage cadmium-calcium à une teneur de 55 pour 100.

» Les alliages du cadmium avec le calcium et le baryum, et surtout ce dernier, sont beaucoup plus cassants que ceux du strontium et ne sont pas susceptibles de prendre par la lime un aussi beau poli que ceux-ci. Vis-à-vis des différents corps simples et composés, les alliages de baryum et de calcium se comportent d'une manière tout à fait comparable.

» Les alliages riches sont décomposés par l'eau avec énergie en laissant un dépôt grisâtre, mélange de cadmium pulvérulent et d'oxyde alcalino-terreux.

» Le brome liquide, même légèrement chauffé, est sans action apparente, mais sa vapeur, de même que le chlore, attaque ces alliages sous l'influence d'une légère élévation de température, et la transformation en bromures et chlorures est alors excessivement violente. L'iode réagit d'une manière analogue bien au-dessous du rouge.

» Chauffés à l'air, ces alliages brûlent lentement; dans l'oxygène pur la combustion devient très vive.

» Au contact du soufre fondu et bien avant l'ébullition, il y a formation de sulfures alcalino-terreux et de sulfure jaune de cadmium; la réaction est très vive et accompagnée d'incandescence.

» Quant à l'hydrogène et à l'azote, ils donnent naissance à des hydrures et azotures alcalino-terreux dans des conditions que nous nous proposons de préciser ultérieurement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un oxycarbure de cérium.* Note de M. **Jean Sterba**, présentée par M. H. Moissan.

« L'action du carbone sur l'oxyde de cérium à la température de l'arc électrique a été étudiée tout d'abord par M. Petterson (¹), qui a indiqué l'existence d'un carbure de cérium défini ayant pour formule CeC^2. Plus tard M. H. Moissan (²) nous a fourni des études très intéressantes sur les propriétés de ce carbure, et a décrit sa méthode de préparation. Dans ce Mémoire, il nous a indiqué la réaction de l'eau sur ce carbure, et

(¹) Petterson, *Supplément des Comptes rendus de l'Académie royale suédoise*, t. II, 2ᵉ série, nº 1, 1895.

(²) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 357-362.

l'analyse des produits obtenus. Il a trouvé que les carbures d'hydrogène dégagés par l'action de l'eau sur le carbure de cérium sont formés par un mélange de carbures gazeux, liquides et solides, et que les carbures liquides renferment des carbures saturés et non saturés. Dans son Mémoire, M. Moissan a supposé que l'oxyde de cérium pourrait présenter des variétés allotropiques, dont une fournit par décomposition par l'eau des carbures d'hydrogène saturés, l'autre des carbures d'hydrogène non saturés. Nous avons alors repris des recherches sur le carbure de cérium dans lesquelles nous avons supposé l'existence de plusieurs carbures, dont un donnait par décomposition des carbures d'hydrogène saturés, l'autre des carbures non saturés. Les résultats obtenus n'ont pas vérifié ces prévisions; néanmoins nous avons obtenu un corps nouveau, bien défini et parfaitement cristallisé. Nous avons changé non seulement les proportions de carbone et d'oxyde de cérium, mais aussi la variété de carbone employé, la température et le mode de préparation.

» Plusieurs dizaines d'expériences nous ont fourni un corps ayant pour formule $CeC^2, 2CeO^2$, c'est-à-dire un oxycarbure.

» *Préparation.* — L'oxyde de cérium parfaitement pur, obtenu par le procédé décrit précédemment [1], était très intimement mélangé avec du noir de fumée soigneusement calciné dans la proportion de $172^g,2$ d'oxyde et 22^g de noir de fumée. Cette proportion est inférieure à celle exigée pour la réduction totale de l'oxyde. Le mélange placé dans une nacelle de charbon était chauffé au four électrique à tube de M. Moissan, avec un courant de 600 ampères et 120 volts. Après 1 minute de chauffe, la fusion est déjà complète. La matière est recouverte de graphite et d'une couche légère d'oxyde. On sépare alors mécaniquement les impuretés et l'on traite la masse concassée par l'eau glacée qui décompose le carbure. On élimine par lévigation le graphite et l'hydroxyde de cérium. Après lavage à l'alcool et à l'éther, on sèche à 40°-50°C. La matière se présente alors en cristaux tabulaires de 1^{mm} à 2^{mm} d'une couleur brun métallique. Vus au microscope ils sont transparents, avec une couleur rouge brun. L'analyse qualitative nous a montré la présence des corps suivants : cérium, carbone, traces de fer et d'azote. L'analyse quantitative du cérium a été effectuée par simple calcination, le carbone a été dosé par combustion. L'azote a été dosé en chauffant 3^g de matière bien pulvérisée et mélangée avec de l'oxyde de cuivre dans un courant d'acide carbonique. Nous avons obtenu seulement

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 221.

$0^g,5$ d'azote. Les chiffres ci-dessous ont été obtenus avec des échantillons provenant de diverses préparations :

	1.	2.	3.	4.	5.	Théorie pour $CeC^2.2CeO^2$.
C........	4,63	4,53	4,50	4,77	4,80	4,71
Ce.......	82,49	82,50	82,55	82,60	82,78	82,69

Poids atomique $Ce^{III} = 140,2$............ $O = 12,58$

» La densité prise dans la benzine à 17°C. est de 4,8.

» *Propriétés.* — Cet oxycarbure est stable à l'air; il ne change pas d'aspect, même après plusieurs semaines. L'eau, à la température ordinaire, ne réagit que très lentement; l'eau chaude le décompose partiellement en dégageant des carbures d'hydrogène. Les acides étendus et concentrés chlorhydrique, bromhydrique, azotique, sulfurique attaquent immédiatement cet oxycarbure : il se dégage des carbures d'hydrogène; une partie du cérium se dissout, l'autre se dépose et forme de l'oxyde CeO^2, qui, par l'action de l'acide chlorhydrique et de l'iodure de potassium, dégage de l'iode. Nous avons voulu utiliser la décomposition par l'acide chlorhydrique pour doser le cérium combiné et non combiné, mais sans aucun résultat. L'acide fluorhydrique ne réagit que très peu. Les acides organiques : acétique, oxalique, tartrique, citrique sont sans action à froid; à chaud, ils réagissent comme l'eau bouillante. La potasse fondue réagit assez vivement; il se dégage des carbures d'hydrogène, et l'oxyde de cérium se dépose. Pour analyser les gaz obtenus par l'action de l'acide chlorhydrique étendu, nous avons placé une certaine quantité de cristaux dans une éprouvette sur le mercure, et nous avons traité par l'acide chlorhydrique étendu. Après deux jours, la décomposition était complète; nous avons séparé le gaz du liquide et nous avons traité par la potasse pour enlever les vapeurs d'acide chlorhydrique. Le gaz a été parfaitement absorbable par le chlorure cuivreux ammoniacal; par conséquent, il était composé seulement de carbures non saturés. Une autre portion d'oxycarbure a été dissoute dans l'acide chlorhydrique étendu, et évaporée doucement au bain-marie. Le résidu, traité par l'éther pur et sec, a laissé par évaporation un résidu qui nous a donné les réactions des carbures d'hydrogène non saturés.

» L'oxycarbure de cérium chauffé à l'air brûle avec une légère incandescence, et le résidu est formé d'oxyde cérique. L'oxygène ne réagit pas à la température ordinaire; mais, au-dessus du rouge, la combustion a lieu. Il faut opérer sur un produit bien divisé. Le fluor ne réagit pas à froid;

mais, à la température de 150°, l'attaque a lieu avec incandescence. Le résidu est du fluorure céreux mélangé d'oxyde cérique. Le chlore sec réagit seulement au rouge et transforme la matière en chlorure céreux et bioxyde. Le brome et l'iode se comportent de la même manière. L'acide chlorhydrique gazeux et sec ne réagit qu'au rouge et donne lieu à une transformation partielle en chlorure avec incandescence. Il en est de même pour les acides bromhydrique et iodhydrique. Le soufre réagit à sa température d'ébullition avec production partielle de sulfure. L'hydrogène sulfuré donne lieu à une réaction semblable au rouge sombre. L'oxycarbure chauffé au four électrique fond, puis attaque la nacelle et fournit le carbure CeC^2 décrit par M. Moissan.

» *En résumé :* 1° Nous avons obtenu un oxycarbure bien défini et parfaitement cristallisé, de formule $CeC^2, 2CeO^2$, qui se forme toujours au commencement de la réduction de l'oxyde par le carbone;

» 2° Cet oxycarbure est relativement stable dans l'eau et à l'air et donne, par décomposition par les acides seulement, des carbures d'hydrogène non saturés;

» 3° On n'obtient pas d'autre carbure au four électrique que CeC^2 et l'oxycarbure de la formule $CeC^2, 2CeO^2$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'anhydride arsénique et ses hydrates.* Note de M. V. AUGER, présentée par M. H. Moissan.

« L'anhydride arsénique et ses hydrates ont été étudiés par Bucholz (1), Kopp (2), Gauther (3) et Joly (4). J'ai repris cette étude à la suite de mes recherches sur les glycéroarséniates, ayant remarqué que l'acide arsénique se déshydrate beaucoup plus facilement que ne l'indique Kopp. De plus, le travail assez récent de Joly est en contradiction avec les données de Kopp.

» En effet, d'après ce dernier, l'acide $(AsO^4H^3)^2H^2O$ se déshydrate au bain-marie en fournissant AsO^4H^3. Celui-ci, chauffé à 140°-180°, donne le

(1) *Scherer's Journ.*, t. IX, p. 397.
(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLVIII, p. 106.
(3) *Liebig's Ann.*, t. CXI, p. 159.
(4) *Comptes rendus*, t. CI, p. 1262.

pyrohydrate $As^2O^7H^4$, qui, à 206°, se transforme en métahydrate AsO^3H, fournissant au rouge sombre l'anhydride As^2O^5.

» D'autre part, Joly a constaté que, à 110°, une solution d'acide arsénique se transforme en hydrate $AsO^5\frac{3HO}{2}$ ou $As^4O^{13}H^6$, bien moins hydraté, on le voit, que l'acide normal ou même le pyrohydrate. Il m'a semblé nécessaire de reprendre les travaux de ces deux chimistes.

» Voici les expériences que j'ai faites à ce sujet :

» Une solution d'acide arsénique laissée à l'étuve pendant 3 jours à 63° fournit l'hydrate $As^4O^{13}H^6$.

» *Exemple :* 2g,997 de $(AsO^4H^3)^2H^2O$ perdent 14,3 pour 100 H^2O. Calculé pour $As^4O^{13}H^6$: 14,8 pour 100.

» Comme contrôle, la transformation en anhydride fournit 2g, 290 As^2O^5. Calculé : 2g, 30.

» Cet hydrate peut être chauffé, sans altération, jusqu'à 163°-164°. A 175°, il perd régulièrement de l'eau et se transforme rapidement en anhydride.

» *Exemple :* 3g,184 $As^4O^{13}H^6$, chauffés 12 heures à 175°, ont fourni 2g,860. Perte en eau : trouvée, 10,16 pour 100; calculée, 10,58 pour 100.

» On voit qu'il reste encore un peu d'eau dans le produit, qui est totalement déshydraté à 180°. Si l'on opère à 166°-168°, la perte en eau, après 3 jours, est de 7,6 pour 100; calculée pour l'acide métarsénique : 3,5 pour 100. On voit qu'à la température où l'hydrate $As^4O^{13}H^6$ commence à perdre de l'eau, il subit une perte bien plus considérable que celle qui correspond à la formation de AsO^3H; il est probable que, au bout d'un temps suffisamment long, la transformation en As^2O^5 serait totale.

» Joly a constaté que l'hydrate $(AsO^4H^3)^2H^2O$, mis en surfusion, laissait déposer à froid une poudre cristalline blanche et que la liqueur surnageante avait la composition AsO^4H^3, H^2O. Il en a conclu que le précipité était l'hydrate AsO^3H. Il n'en est rien : le produit formé n'est autre chose que l'hydrate $As^4O^{13}H^6$. La preuve absolue en est difficile à faire, car le produit formé ne peut pas être séché à l'étuve ou au dessiccateur sous peine de le déshydrater. J'ai dû me contenter de l'essorer sur une plaque poreuse. Naturellement, il reste encore une certaine quantité d'eau mère, ce qui, à l'analyse, fournit un excès d'eau. Malgré cela, les résultats sont assez concluants : Ex. : 2g,078 du précipité ont fourni 1g,842 d'anhydride. Perte en eau : 10,87 pour 100; calculé pour AsO^4H^3 : 19,01; pour $As^2O^7H^4$: 13,53; pour $As^4O^{13}H^6$: 10,58.

» Ainsi se trouve expliqué le fait, constaté par Joly, que ce produit ne provoque pas la cristallisation de l'hydrate PO^4H^3, qui devrait être isomorphe avec AsO^4H^3.

» Enfin, j'ai constaté que l'anhydride arsénique fondu n'existe pas à l'état pur. Bien avant sa fusion, il perd de l'oxygène et donne As^2O^3. Le produit fondu contient au moins 50 pour 100 de ce dernier. J'ai pris la densité de l'anhydride arsénique, et obtenu des nombres différant sensiblement de ceux qui sont fournis par Bergmann, Herapath et Karsten. Ces chimistes ont opéré avec un produit fortement souillé de As^2O^3 et indiqué $D = 3,4$ à $3,7$. En opérant avec As^2O^5 pur on obtient $D = 4,3$.

» D'après tout ce qui précède on doit conclure que :

» Les seuls hydrates connus sont $(AsO^4H^3)^2H^2O$ et $As^4O^{13}H^6$. Les hydrates AsO^4H^3, $As^2O^7H^4$ et AsO^3H décrits par Kopp n'ont pas pu être obtenus.

» L'anhydride arsénique se forme vers 180°; il est stable même à 400°, se décompose au rouge sombre et ne peut être obtenu à l'état fondu. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés des chloro-, bromo- et iodosulfobismuthites de plomb.* Note de M. **Fernand Ducatte**, présentée par M. H. Moissan.

« En 1897 et 1898 M. Hermann Sommerlad (¹) a réussi à préparer certains sulfoarsénites et sulfoantimonites existant dans la nature, en faisant agir un chlorure métallique sur les sulfures d'arsenic ou d'antimoine.

» Nous basant sur les analogies chimiques de l'arsenic et de l'antimoine avec le bismuth, nous avons cherché à appliquer la même réaction pour reproduire les minéraux sulfurés naturels de ce dernier métal.

» Nos recherches nous ont permis de constater que, quel que soit le temps de chauffe du mélange employé et quelle que soit la température, il est impossible d'éliminer complètement le chlore; par contre, nous avons réussi à obtenir des combinaisons parfaitement cristallisées des sulfobismuthites avec les chloro-, bromo- et iodosulfures de bismuth. L'objet de la présente Note est d'étudier ces corps (²).

» *Chlorosulfobismuthite de plomb* : $(PbS, Bi^2S^3, 2BiSCl)$. — Ce produit se forme lorsqu'on chauffe dans une cornue de verre vert, jusqu'à fusion tranquille et dans un courant d'acide carbonique, un mélange intime à parties égales de chlorure de plomb et de sulfure de bismuth Bi^2S^3. Après refroidissement on trouve, au milieu de culots d'aspect cristallin, des géodes tapissées de cristaux brillants, parfaitement isolés, faciles à détacher de la masse.

» Ces cristaux sont aciculaires, gris d'acier, pouvant atteindre 5mm de long.

(¹) *Zeitschrift für anorganische Chemie*, t. XV, 1897 et t. XVIII, 1898.

(²) Nous ferons observer que M. Sommerlad lui-même avait remarqué que ses produits renfermaient encore, dans la plupart des cas, une certaine quantité de chlore qu'il lui était impossible d'enlever complètement, mais il ne paraît pas, cependant, s'être rendu compte de la formation de produits intermédiaires chlorosulfurés cristallisés, bien définis.

Leur poudre est gris foncé. Ils sont insolubles dans l'eau froide et leur densité est de 6,42.

» Ils sont inaltérables à l'air à la température ordinaire. Ils fondent au rouge sombre et s'oxydent en donnant de l'acide sulfureux, du chlorure de bismuth et des oxydes de plomb et de bismuth. Maintenus pendant quelque temps dans l'eau à l'ébullition, ils se décomposent partiellement en cédant à ce liquide du chlorure de plomb.

» Sous l'action des acides minéraux, même dilués, ils se décomposent facilement avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

» *Bromosulfobismuthite de plomb:* ($PbS, Bi^2S^3, 2BiSBr$). — Ce corps s'obtient absolument dans les mêmes conditions que le précédent en remplaçant le chlorure de plomb par le bromure.

» Il se présente en cristaux aciculaires, gris d'acier, rappelant le produit précédent; ces aiguilles sont cependant plus fines encore que celle du composé chloré; elles atteignent jusqu'à 5^{mm} de longueur environ. Leur poudre est gris foncé; elles sont insolubles dans l'eau à froid. Leur densité est de 6,50.

» A la température ordinaire, l'air est sans action et au rouge sombre ce produit fond et s'oxyde pour donner de l'acide sulfureux, du bromure de bismuth et des oxydes de bismuth et de plomb.

» Comme le chlorosulfobismuthite correspondant, ce corps, traité un certain temps par l'eau, à l'ébullition, se décompose partiellement en abandonnant à ce liquide du bromure de plomb.

» Sous l'action des acides minéraux dilués, il se décompose avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

» *Iodosulfobismuthite de plomb :* ($PbS, Bi^2S^3, 2BiSI$). — Il s'obtient comme les précédents.

» Il se présente en aiguilles extrêmement fines, tapissant l'intérieur des géodes en leur donnant un aspect velouté d'un gris souris. Ces aiguilles peuvent atteindre 3^{mm} à 4^{mm} de long. Elles sont insolubles dans l'eau froide et fusibles au rouge sombre. Leur densité est de 6,59.

» Elles sont inaltérables à l'air à la température ordinaire, mais, comme les produits précédents, oxydables au rouge sombre en donnant de l'acide sulfureux, de l'iodure de bismuth et des oxydes de plomb et de bismuth.

» Maintenues dans l'eau à l'ébullition pendant un certain temps, elles se décomposent partiellement en abandonnant de l'oxyde de plomb.

» Elles se décomposent sous l'action des acides minéraux dilués, avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

» Les formules que nous donnons de ces différents corps ont été confirmées par la préparation que nous en avons faite en combinant directement les chloro-, bromo- et iodosulfure de bismuth avec un mélange en proportions convenables de sulfure de plomb et de sulfure de bismuth. Les produits obtenus par simple fusion, dans ces conditions, sont plus beaux et le rendement est plus considérable que par la méthode décrite précédemment.

» *Conclusions.* — En résumé, la présence de l'élément halogène dans les produits obtenus par l'action des chlorure, bromure ou iodure de plomb sur le sulfure de bismuth n'est pas exceptionnelle; elle est au contraire la règle et la proportion de cet élément est déterminée par la formule générale $PbS, Bi^2S^3, 2BiSX$ dans laquelle X peut représenter Cl, Br ou I. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'éther pyruvylpyruvique.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

« I. Malgré l'intérêt qui s'attacherait à sa découverte, on ne connaît pas encore l'éther pyruvylpyruvique $CH^3 - CO - CO - CH^2 - CO - CO^2C^2H^5$.

» Cependant, dans l'action de l'aniline sur le pyruvate d'éthyle ([1]), j'ai isolé une combinaison

$$\begin{array}{l} CH^3 - \underset{\underset{\displaystyle Az - C^6H^5}{\|}}{C} - CO - CH^2 - \underset{\underset{\displaystyle Az - C^6H^5}{\|}}{C} - CO^2C^2H^5 \end{array} \qquad \text{(éther A)}$$

qu'il est légitime de considérer comme le produit de condensation de cet éther tricétonique avec deux molécules d'aniline.

» En remplaçant le pyruvate d'éthyle par un autre éther pyruvique et, d'autre part, en utilisant la paratoluidine au lieu d'aniline, j'ai obtenu toute une série de combinaisons analogues à la précédente, et c'est par leur comparaison que j'ai été amené à proposer la formule de constitution précédente.

» Le problème qui se pose, dès lors, est d'enlever à l'éther A ses deux groupes phényliminés AzC^6H^5 en les remplaçant par deux atomes d'oxygène; je n'ai résolu ce problème que partiellement, c'est-à-dire pour l'un des deux groupes AzC^6H^5. Je me propose d'indiquer dans cette Note la préparation et quelques-unes des propriétés de l'éther $\alpha\gamma$-dicétonique qui résulte de cette transformation

$$CH^3 - \underset{\underset{\displaystyle Az - C^6H^5.}{\|}}{C} - CO - CH^2 - CO - CO^2C^2H^5 \qquad \text{(éther B)}$$

» II. Cette substitution peut être réalisée de plusieurs manières et en particulier très facilement au moyen de l'acide sulfurique pur à 66° B.

([1]) *Comptes rendus*, 1894, p. 1343, et *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IX, 1896, p. 483.

» Si l'on projette peu à peu dans l'acide sulfurique (10 parties) l'éther A (1 partie) celui-ci se dissout graduellement par l'agitation en communiquant au liquide acide *une coloration rouge cerise foncé* sans élever notablement sa température. Quand la dissolution est effectuée, on projette le liquide coloré sur de la glace; il se décolore en passant par une série de teintes : violet, rose, etc., en même temps qu'il se précipite un solide blanc.

» On filtre, on lave à l'eau puis à l'alcool froid et l'on fait cristalliser dans l'alcool bouillant.

» Le corps ainsi obtenu a bien la composition de l'éther B : les données analytiques et cryoscopiques (acide acétique) concordent parfaitement avec la formule indiquée.

» L'éther B est un corps blanc, très bien cristallisé, fondant sans décomposition à 139°-140°, c'est-à-dire quelques degrés plus bas que l'éther A (146°). Il est insoluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'alcool froid d'où il est reprécipité par l'eau, assez soluble dans l'alcool bouillant, peu soluble dans les solvants organiques froids, très soluble dans la pyridine. L'acide acétique le dissout assez bien pour permettre de faire une détermination cryoscopique et l'abandonne par évaporation en très jolis cristaux brillants prismatiques. Cet éther est insoluble dans les acides minéraux étendus et froids, soluble *sans altération* dans les acides concentrés; il est soluble dans les alcalis, les carbonates alcalins et l'ammoniaque.

» *Action de la potasse.* — 1° La potasse aqueuse étendue est sans aucune action sur l'éther A, même à l'ébullition; au contraire, l'éther B s'y dissout facilement. Par addition d'un acide minéral, l'éther B se reprécipite sans altération; il se comporte donc comme un acide. Bien plus, si l'on emploie une quantité connue de potasse titrée et qu'on opère l'addition d'acide en présence de phtaléine, l'éther B se comporte, au point de vue du virage, comme un acide faible : le virage correspond à la formation d'un dérivé monopotassé de l'éther B.

» 2° Si l'on prolonge le contact de l'alcali aqueux ou si l'on porte à l'ébullition la solution aqueuse du dérivé potassé, il subit une transformation particulière sur laquelle je reviendrai plus tard; la liqueur prend une coloration rouge foncé, et par acidification on obtient un solide blanc jaunâtre soluble dans l'alcali avec la teinte rouge primitive.

» 3° Si l'on dissout l'éther B dans un excès d'alcali et que l'on porte quelques minutes à l'ébullition, l'éther est saponifié et, si l'on projette dans un acide étendu, l'acide correspondant se précipite.

» L'acide dicétonique $CH^3 - C(AzC^6H^5) - CO - CH^2 - CO - CO^2H$ est un corps blanc cristallin se décomposant vers 132°-133° avec dégagement gazeux, insoluble

dans l'eau mais soluble dans l'alcool. On peut le titrer en présence de phtaléine. Son sel de potassium donne, avec l'azotate d'argent, un précipité blanc grenu sans réduction immédiate à froid, avec production d'un miroir métallique à chaud.

» L'hydrazone de cet acide s'obtient très facilement et cristallise très bien dans les solvants organiques, dans l'alcool chaud, par exemple; elle se décompose vers 145°.

» III. J'ai soumis à l'action de l'acide sulfurique pur à 66° B. les dérivés analogues à l'éther A, différant de celui-ci soit par le radical alcoolique, soit par le radical phénylimíné, et j'ai observé les apparences suivantes :

» L'éther

$$CH^3 - C(Az.C^6H^4.CH^3) - CO - CH^2 - C(Az.C^6H^4.CH^3) - CO^2C^2H^5,$$

qui ne diffère de l'éther A que par le groupe iminé, se comporte comme lui : il se dissout dans l'acide sulfurique avec une coloration de teinte voisine et l'on obtient par précipitation dans l'eau glacée un corps plus fusible (152° au lieu de 194°) et plus soluble dans les solvants que le corps primitif présentant les propriétés de l'éther B, en particulier soluble comme lui dans les alcalis étendus et froids.

» Au contraire, si l'on soumet à la même action les autres éthers (amylique actif, isoamylique, allylique), ils se dissolvent dans l'acide mais sans coloration ou avec une coloration faible et, par précipitation sur la glace, on récupère le produit initial inaltéré.

» Si maintenant on emploie, au lieu d'acide à 66° B., de l'acide sulfurique chargé d'anhydride (25 ou 50 pour 100), tous les éthers se dissolvent avec des colorations voisines d'un rouge plus ou moins violacé; mais, par l'action de l'eau glacée, il ne se précipite plus rien : les produits formés restent dissous dans la liqueur acide; il n'est pas impossible que dans ces conditions l'élimination du radical aromatique ait été plus complète et que le corps formé soit l'éther pyruvylpyruvique encore inconnu. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action mutuelle des chlorures d'acides et du méthanal.* Note de M. **Marcel Descudé**, présentée par M. A. Haller.

« Après avoir établi [1] que, d'une façon tout à fait générale, le chlorure de zinc provoquait presque instantanément la combinaison d'un chlorure d'acide (gras ou aromatique) R — CO Cl, avec le méthanal polymé-

---

[1] *Comptes rendus*, 24 mars 1902.

risé $(CH^2O)^2$, pour donner naissance au composé $R - COOCH^2Cl$, il importait d'expliquer pourquoi, dans toutes ces réactions, il y avait aussi formation soit du composé $(R - COO)^2 CH^2$ dans le cas des chorures monobasiques, soit d'anhydride $\begin{matrix} R - CO \\ R - CO \end{matrix}\!\!> O$ dans le cas des chlorures bibasiques, et cela en proportions très notables.

» J'avais d'abord supposé (¹) que la présence d'une petite quantité d'eau donnait lieu, en agissant sur le chlorure acide, à une quantité équivalente d'acide libre qui réagissait à son tour sur le composé

$$R - COOCH^2Cl,$$

comme l'indique la formule suivante :

$$(1) \qquad R - COOCH^2Cl + R - COOH = HCl + (R - COO)^2CH^2.$$

» Mais le fait suivant suffit à prouver qu'il n'en est pas ainsi.

» J'ai fait réagir sur du chlorure de benzoyle pur du trioxyméthylène que j'ai préparé d'après les indications de MM. Cambier et Brochet (²) et que j'ai desséché avec le plus grand soin. La réaction a été effectuée vers 70° sans perte, et le produit filtré a été abandonné en flacon bouché jusqu'au lendemain, à la température du laboratoire. Au bout de ce temps il s'était formé de très beaux cristaux incolores et transparents de dibenzoate de méthylène. On en obtient en moyenne 40 pour 100. Or, si l'on cherche à effectuer directement la réaction (1), on constate qu'au-dessous de 150° elle ne se produit *pas du tout* et qu'elle ne se réalise que très lentement au-dessus de cette température. Il faut donc en conclure que l'eau n'intervient pas dans la réaction en question.

» Dans une Note antérieure (³), j'avais déjà obtenu, dans cette même réaction, une petite quantité d'un liquide distillant à basse température et que j'ai pu depuis isoler à l'état de pureté. C'est un liquide incolore, très mobile, fumant abondamment à l'air, et dont les propriétés, notamment la densité et la teneur en chlore, sont les mêmes que celles de l'oxyde de méthyle bichloré de Regnault (⁴),

$$CH^2Cl - O - CH^2Cl.$$

» Comme ce composé, il bout vers 105°, sous la pression ordinaire.

(¹) *Comptes rendus*, 12 août 1901.

(²) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 607.

(³) *Comptes rendus*, 24 juin 1901.

(⁴) *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXXI, 1839, p. 396.

» Dès lors, le mécanisme de la réaction se conçoit aisément; on a successivement les trois réactions suivantes :

$$(a)\qquad C^6H^5-COCl + CH^2O = C^6H^5-COOCH^2Cl,$$

$$(b)\qquad \left\{\begin{matrix} C^6H^5-COO & CH^2Cl \\ C^6H^5-CO & OCH^2Cl \end{matrix}\right. = \begin{matrix} C^6H^5-CO \\ C^6H^5-CO \end{matrix}\!\!\!>O + O<\!\!\!\begin{matrix} CH^2Cl \\ CH^2Cl' \end{matrix}$$

$$(c)\qquad \left\{\begin{matrix} C^6H^5-CO \\ C^6H^5-CO \end{matrix}\!\!\!>O + CH^2O = \begin{matrix} C^6H^5-COO \\ C^6H^5-COO \end{matrix}\!\!\!>CH^2.\right.$$

» J'ai montré d'ailleurs ([1]) que cette dernière réaction se produit aisément si l'on opère, ce qui est le cas, en présence du chlorure de zinc.

» Cette façon d'interpréter les choses, bien légitime d'après ce qui précède, s'accorde parfaitement avec ce qu'on observe dans le cas des chlorures d'acides bibasiques.

» Prenons, par exemple, le chlorure de phtalyle. Si à 1 molécule de chlorure pur on ajoute 2 molécules de méthanal pur et sec et une pincée de chlorure de zinc en poudre, puis qu'on chauffe *avec précaution* au bain-marie, le trioxyméthylène disparaît en quelques instants. Après refroidissement, le tout se prend en une masse de cristaux d'anhydride phtalique. Après avoir essoré à la trompe, on distille dans le vide le liquide filtré et l'on peut ainsi obtenir une certaine quantité d'oxyde de méthyle bichloré. Quant au phtalate de méthylène, on n'en obtient pas trace. La réaction (c) n'a donc pas lieu dans ce cas; elle n'est d'ailleurs pas davantage réalisable directement. Les deux réactions (a) et (b) se produisent donc seules, et l'on a

$$C^6H^4<\!\!\!\begin{matrix} COCl \\ COCl \end{matrix} + 2CH^2O = C^6H^4<\!\!\!\begin{matrix} COOCH^2Cl \\ COOCH^2Cl \end{matrix}$$

et

$$C^6H^4<\!\!\!\begin{matrix} COO & CH^2Cl \\ CO & OCH^2Cl \end{matrix} = C^6H^4<\!\!\!\begin{matrix} CO \\ CO \end{matrix}\!\!\!>O + O<\!\!\!\begin{matrix} CH^2Cl \\ CH^2Cl \end{matrix}.$$

» Enfin, avec le chlorure d'acétyle il y a également formation de diacétate, facile à isoler, et d'oxyde de méthyle bichloré; mais il est difficile de séparer complètement ce dernier (qui bout à 105°) du chloroacétate (qui passe vers 112°), d'autant plus que les proportions de ces produits secondaires sont bien inférieures à ce qu'elles sont avec les composés correspondants de la série aromatique. Néanmoins, la formation de ce composé n'est pas douteuse, et elle explique pourquoi le chloroacétate ainsi obtenu renferme plus de chlore que ne le comporte sa formule, ainsi que je le signalais récemment ([2]). »

([1]) *Comptes rendus*, 12 août 1901.

([2]) *Comptes rendus*, 24 juin 1901.



CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons du tétrazoditolylsulfite de sodium avec les amines aromatiques et les phénols, et leur transformation en colorants azoïques.* Note de MM. A. **Seyewetz** et **Biot**, présentée par M. A. Haller.

» Nous avons reconnu que les amines aromatiques peuvent donner, avec le tétrazoditolylsulfite de sodium, des combinaisons non colorantes transformables en colorants azoïques, par l'action de la lumière ou par ébullition prolongée avec l'alcool. Nous avons élucidé la théorie de cette transformation.

» *Combinaison avec l'aniline et les toluidines.* — En mélangeant des solutions aqueuses, saturées à froid, de tétrazotolylsulfite de sodium et de chlorhydrate d'aniline ou de paratoluidine, il se précipite une matière pulvérulente jaune, cristallisant dans l'eau alcoolique au tiers, en paillettes brillantes. Avec l'orthotoluidine, le précipité cristallise en aiguilles rouges.

» Ces diverses substances se décomposent sans fondre vers 160°, sont très peu solubles dans l'eau ou l'alcool froids, assez solubles à chaud, insolubles dans l'éther, le benzène, le chloroforme.

» Les acides étendus les décomposent lentement à l'ébullition avec dégagement d'acide sulfureux. Les solutions alcalines les dissolvent, et elles peuvent être reprécipitées de ces solutions par un acide. A chaud, les alcalis les dissocient et régénèrent l'amine et le tétrazoditolylsulfite alcalin.

» Des papiers imprégnés de solutions alcalines de ces substances se colorent très rapidement à la lumière en jaune orangé. On obtient la même transformation à l'obscurité par ébullition prolongée des solutions alcooliques; elle se produit avec dégagement de gaz sulfureux.

» On peut alors isoler les matières colorantes formées; nous les avons identifiées aux colorants azoïques obtenus par l'action de l'aniline ou des toluidines sur le tétrazoditolyle.

» *Combinaison avec la paraphénylènediamine.* — Nous avons vérifié sur la *p.*-phénylènediamine que les diamines se comportent comme les monamines. On obtient dans ce cas une poudre jaune verdâtre dont les propriétés sont comparables à celles des combinaisons précédentes.

» *Combinaison avec l'α- et la β-naphtylamine.* — Les naphtylamines réagissent sur le tétrazoditolylsulfite de sodium dans les mêmes conditions que les amines précédentes. Après purification du produit brut par dissolution dans l'eau alcoolique au $\frac{1}{3}$, on obtient des cristaux microscopiques jaune clair dont les propriétés sont tout à fait analogues à celles des combinaisons décrites plus haut.

» *Combinaison avec l'α-éthylnaphtylamine.* — Quand on mélange des solutions aqueuses de tétrazoditolylsulfite de sodium et de chlorhydrate d'α-éthylnaphtylamine,

il se sépare une huile noire qui, après quelques heures, se prend en une masse cristalline. Après purification par l'eau alcoolique, le produit est en fines aiguilles brun clair.

» Ses propriétés sont les mêmes que celles des combinaisons données par les naphtylamines, sauf l'action des alcalis : ceux-ci, loin d'augmenter la solubilité de la combinaison dans l'eau, la précipitent de ses solutions aqueuses ou alcooliques.

» *Constitution de ces combinaisons.* — Nous avons vu que ces substances se dédoublent en amine et tétrazosulfite par ébullition prolongée avec les acides ou les alcalis. De plus, on obtient le rendement maximum dans leur préparation par l'emploi de 2^{mol} d'amine pour 1^{mol} de tétrazosulfite. Ces faits permettent de supposer qu'il s'agit de combinaisons assez simples provenant de l'action de 2^{mol} d'aniline sur 1^{mol} de dérivé tétrazosulfitique.

» Nous avons écarté l'hypothèse d'un dérivé diazoamidé, car ces substances ne dégagent pas d'azote par ébullition avec l'eau acidulée, et, comme nous le verrons plus loin, elles sont diazotables.

» Elles ne renferment plus de sodium : cet élément a pu s'éliminer avec l'acide combiné à l'amine. On retrouve en effet ce sel de sodium dans les eaux mères.

» On peut expliquer le caractère non colorant de ces combinaisons en admettant la migration d'un H sur l'azote pour former un dérivé hydrazinique. On pourrait donc représenter la réaction pour l'une quelconque des amines, l'α-naphtylamine, par exemple, par l'équation

$$\underbrace{\begin{matrix} C^6H^3\left\langle\begin{matrix} CH^3 \\ N=N-SO^3Na \end{matrix}\right. \\ | \\ C^6H^3\left\langle\begin{matrix} N=N-SO^3Na \\ CH^3 \end{matrix}\right. \end{matrix}}_{\text{Tétrazoditolylsulfite de sodium.}} + \underbrace{2C^{10}H^7NH^2(HCl)}_{\substack{\alpha\text{-naphtylamine} \\ \text{(chlorhydrate).}}} = 2NaCl + \underbrace{\begin{matrix} C^6H^3\left\langle\begin{matrix} CH^3 \\ NH-N\left\langle\begin{matrix} SO^3H \\ C^{10}H^6NH^2 \end{matrix}\right. \end{matrix}\right. \\ | \\ C^6H^3\left\langle\begin{matrix} NH-N\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^6NH^2 \\ SO^3H. \end{matrix}\right. \\ CH^3 \end{matrix}\right. \end{matrix}}_{\text{Combinaison non colorante.}}$$

» La transformation du dérivé hydrazinique en colorant azoïque serait expliquée par l'équation

$$\underbrace{\begin{matrix} C^6H^3\left\langle\begin{matrix} CH^3 \\ NH-N\left\langle\begin{matrix} SO^3H \\ C^{10}H^6NH^2 \end{matrix}\right. \end{matrix}\right. \\ | \\ C^6H^3\left\langle\begin{matrix} NH-N\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^6NH^2 \\ SO^3H \end{matrix}\right. \\ CH^3 \end{matrix}\right. \end{matrix}}_{\text{Combinaison non colorante.}} = 2SO^2 + 2H^2O + \underbrace{\begin{matrix} C^6H^3\left\langle\begin{matrix} CH^3 \\ N=N-C^{10}H^6NH^2 \end{matrix}\right. \\ | \\ C^6H^3\left\langle\begin{matrix} N=N-C^{10}H^6NH^2 \\ CH^3 \end{matrix}\right. \end{matrix}}_{\text{Matière colorante azoïque.}}$$

» *Diazotation.* — Pour prouver dans ces combinaisons la présence du groupe amidogène, nous avons essayé de les diazoter. Les composés dans lesquels le résidu

diazoïque a pu se fixer en para relativement au groupe NH^2 de l'amine réagissante, tels que les combinaisons avec l'α-naphtylamine, l'aniline et l'o.-toluidine, sont seuls diazotables. Les diazoïques formés donnent de nouvelles matières colorantes présentant peu d'intérêt. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'addition de l'acide hypochloreux au propylène.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Haller.

« Les *Comptes rendus*, séance du 7 avril 1902, contiennent une Note de M. Marc Tiffeneau « Sur la constitution des chlorhydrines » qui débute comme suit :

» En 1875, Markownikoff a démontré, contrairement aux assertions de Henry, que, dans la fixation de ClOH sur le propylène, l'oxhydrile se porte sur le carbone le moins hydrogéné en donnant la chlorhydrine $CH^3 - CHOH - CH^2Cl$.

» Cette assertion ne répond pas à la vérité complète des faits. Je vais m'efforcer de la rétablir.

» J'ai étudié, il y a 30 ans, l'action de l'acide hypochloreux sur les dérivés *allyliques*. J'ai constaté qu'il se forme par là des dérivés *glycériques* à fonction *alcool primaire*. C'est ainsi, pour ne citer qu'un exemple, que la *dichlorhydrine allylique*, $C^3H^5 - Cl + (OH)Cl$, fournit par oxydation de l'*acide bichloropropionique* αβ $(HO)CO - CHCl - CH^2Cl$. Cela étant, il faut admettre que le radical hydroxyle s'est fixé dans cette réaction sur le fragment $= CH^2$ du propylène. Si l'on tient compte, en outre, de la facilité et de l'abondance avec laquelle le produit $C^3H^5Cl + (OH)Cl$ fournit cet acide propionique bichloré, on doit admettre encore que la réaction s'accomplit dans ce sens *pour une grande part*, mais on n'est pas autorisé à aller au delà et à prétendre qu'aucune portion de (HO) ne se fixe sur le fragment $= CH$ du propylène et qu'ainsi la dichlorhydrine $C^3H^5Cl + (OH)Cl$ est exclusivement composée de $(HO)CH^2 - CHCl - CH^2Cl$.

» Je reconnais n'avoir pas fait explicitement cette déclaration en 1874.

» Les dérivés *allyliques* ne sont que les dérivés *primaires* du propylène.

» J'ai été amené ainsi à m'occuper de l'action de l'acide hypochloreux sur le propylène lui-même.

» J'ai constaté que la monochlorhydrine *propylénique* $C^3H^6 + (OH)Cl$, oxydée par l'acide azotique, fournit de l'*acide monochloropropionique* α [1].

[1] Liquide. Densité de vapeur : 3,64; calculé : 3,74. Chlore pour 100 : 32,87 et

» C'est là un fait précis. J'en ai conclu l'existence, dans le produit d'addition, d'un *alcool primaire*; c'est-à-dire que, selon moi, dans le cas du propylène, comme dans le cas des composés allyliques, le radical — OH se fixe sur le fragment = CH le plus hydrogéné.

» Ayant oxydé la même *chlorhydrine* $C^3H^6 + (OH)Cl$ par le mélange chromique, M. Markownikoff avait obtenu un corps C^3H^5ClO qui était, selon lui, de l'*acétone monochlorée* $CH^3 - CO - CH^2Cl$. Il en avait conclu que le corps $C^3H^6 + (OH)Cl$ est un *alcool secondaire* et que le groupement (OH), lors de l'addition de (OH)Cl au propylène, se fixe sur le fragment le moins hydrogéné = CH.

» J'admets l'exactitude des constatations de M. Markownikoff. Mais de ce qu'il a obtenu de l'acétone monochlorée il ne résulte pas que je n'ai pas obtenu de l'acide α-monochloropropionique. Son expérience et la mienne ne sont pas comparables. J'ai constaté en effet qu'une même chlorhydrine — $C^3H^6(OH)Cl$, — celle qui, résultant de l'hydratation du chlorure d'allyle, est certainement $ClCH^2 - CH(OH) - CH^3$, fournit des produits différents, selon la nature de l'agent oxydant, à savoir : avec l'acide nitrique, de l'acide acétique *monochloré*; avec le mélange chromique, de l'acide *acétique lui-même*. J'ai constaté qu'il en est de même de l'acétone monochlorée.

» Pour être différentes, la conclusion de M. Markownikoff et la mienne ne s'excluent pas. Elles ont eu le tort, au moment où elles ont été formulées, d'être exclusives et de dépasser les faits.

» La vérité me paraît être aujourd'hui que, lors de l'addition de (OH)Cl au propylène, il se produit simultanément les deux *chlorhydrines* : $ClCH^2 - CH(OH) - CH^3$ et $(HO)CH^2 - CHCl - CH^3$. En quelles proportions, c'est ce que je ne puis pas dire. Ce qui est certain, c'est que la présence d'un radical substituant dans le composant — CH^3, comme c'est le cas dans les dérivés allyliques, $CH^2 - CH = CH^2$, donne une direction prépondérante à cette réaction, — OH se fixant *principalement* ou du moins *considérablement* sur = CH^2.

» L'acide propionique α chloré $CH^3 - CHCl - CO(OH)$ se détruisant *aisément* par les oxydants, on ne peut pas conclure de la difficulté relative qu'il y a à l'obtenir de la chlorhydrine $C^3H^6 + (OH)Cl$ que celle-ci

---

33,03; calculé : 32,72. — L'acide $ClCH^2 - CO(OH)$ est solide; il renferme 37,55 pour 100 de chlore; sa densité de vapeur est 3,26.

ne renferme qu'une faible quantité du dérivé alcoolique primaire $(HO)CH^2 - CHCl - CH^3$.

» Si l'on tient compte de la différence qu'exerce sur la *volatilité* la méthylisation des composants $H^2C - OH$ et $H^2C - Cl$ dans les composés *éthyliques* et *éthyléniques* :

$H^3C - CH^2Cl$........	Eb. 12°	+ 24°	$H^3C - CH^2(OH)$.........	Eb. 78°	+ 5°
$H^3C - CHCl - CH^3$..	Eb. 36°		$H^3C - CH(OH) - CH^3$...	Eb. 83°	
$ClCH^2 - CH^2 - Cl$....	Eb. 84°	14°	$(HO)CH^2 - CH^2(OH)$....	Eb. 196°	− 8°
$ClCH^2 - CHCl - CH^3$.	Eb. 98°		$(HO)CH^2 - CH(OH) - CH^3$.	Eb. 188°	

on est autorisé à admettre que les deux *chlorhydrines propyléniques* doivent avoir des points d'ébullition notablement différents.

» Je suis en voie de résoudre ce problème. Alors que je serai en possession des deux produits répondant sûrement aux formules $(HO)CH^2 - CHCl - CH^3$ et $ClCH^2 - CH(OH) - CH^3$, je serai à même de résoudre expérimentalement la constitution de la *chlorhydrine propylénique* $C^3H^6 + (OH)Cl$. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Développement du Black Rot*. Note de M. A. Prunet, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait que la maladie de la Vigne connue sous le nom de *Black Rot* est due au parasitisme d'un Champignon ascomycète, le *Guignardia Bidwellii* Viala et Ravaz.

» Le parasite n'hiverne pas sur sa plante nourricière. Ses organes de conservation pendant la mauvaise saison consistent essentiellement en sclérotes ou stromas qui se forment en très grand nombre sur les grains de raisin malades. Ces stromas fournissent, dans le sud-ouest de la France, à partir du début du printemps ou même de la fin de l'hiver et jusqu'au commencement de juin, des périthèces ou plus rarement des fruits conidiens ou pycnides auxquels sont dues les spores qui permettent au parasite de s'établir de nouveau, au printemps, sur les organes verts de la Vigne. Ces spores produisent les *invasions* [1] de Black Rot que l'on peut appeler *pri-*

---

[1] Le nom d'*invasion* est appliqué dans la pratique à la période pendant laquelle le parasite manifeste sa présence dans les organes par la formation des lésions caractéristiques de la maladie.

maires. Les lésions développées sur les organes à la suite des invasions primaires portent des pycnides dont les spores produisent les *invasions* que l'on peut appeler *secondaires*.

» Au cours d'une mission qui m'a été confiée par M. le Ministre de l'Agriculture j'ai pu préciser ou établir, en dehors des faits précédents, les conditions du développement de la maladie et du parasite pendant la belle saison. Je décrirai d'abord, en m'aidant d'un exemple, la méthode qui a été employée pour obtenir ce dernier résultat.

» Chaque année, dès que les jeunes pousses de la Vigne commençaient à porter quelques feuilles, des parcelles composées d'un ou plusieurs sillons étaient traitées à la bouillie bordelaise à raison d'une parcelle tous les deux jours. En 1899, la première parcelle fut traitée le 17 avril, la deuxième le 19, la troisième le 21, la quatrième le 23 et ainsi de suite. La première invasion commença le 16 mai. A cette date, chacune des parcelles en expérience avait reçu un traitement, et les traitements des diverses parcelles étaient échelonnés à deux jours d'intervalle du 17 avril au 16 mai.

» Les parcelles traitées du 19 au 25 avril furent entièrement préservées, celles qui avaient été traitées avant le 19 ou après le 25 participèrent plus ou moins à l'invasion.

» Si les parcelles traitées du 19 au 25 avril ne portaient pas de taches de Black Rot, c'est qu'elles avaient reçu la bouillie avant d'être contaminées [1]. Si les parcelles traitées après le 25 présentaient des taches, c'est que la bouillie était arrivée trop tard, alors que, dans ces parcelles, les organes de la Vigne étaient déjà contaminés. Le 25 avril, la contamination n'avait pas encore eu lieu; le 27 avril, elle était déjà commencée. On peut dès lors fixer au 26 avril le début de la contamination [2].

» Il était procédé de même chaque année pour toutes les invasions.

» Cette méthode permettait donc de connaître, pour chaque invasion : 1° les dates limites de la *période favorable*, c'est-à-dire de la période pendant laquelle les traitements cupriques préservaient complètement de cette invasion; 2° la date du début de la *contamination*; 3° la durée de la *période d'incubation* considérée comme égale au nombre de jours qui s'écoulait entre le début de la contamination et le début de l'invasion. Pour compléter ces données, on relevait : 1° la durée de chaque invasion; 2° le temps nécessaire à la formation de pycnides mûres sur les lésions de Black Rot.

» Les divers stades de l'évolution de la maladie et du parasite étant ainsi déterminés d'une manière précise, on pouvait savoir, grâce aux renseignements fournis

---

[1] Un organe est considéré comme contaminé lorsque des tubes germinatifs de spores ont suffisamment pénétré dans ses tissus pour que le parasite soit désormais à l'abri des bouillies cupriques.

[2] La parcelle traitée le 17 avril portait des taches parce que les feuilles formées dans cette parcelle entre le 17 et le 26 avril n'avaient pas reçu de bouillie et purent ainsi être contaminées le 26 avril ou les jours suivants.

par des instruments enregistreurs placés en plein vignoble, quelles sont les conditions atmosphériques nécessaires à chacun de ces stades et, en particulier, quelles sont les conditions déterminantes de la contamination des organes et, par suite, des invasions de Black Rot dont la connaissance présente un grand intérêt pratique.

» Mes recherches ayant duré 5 années, de 1897 à 1901, les conclusions qu'on en peut tirer peuvent être considérées comme très générales.

» Pendant ces cinq années, les brouillards seuls n'ont jamais produit de contamination et, par suite, d'invasion appréciable. Des brouillards matinaux, combinés avec une ou deux courtes averses orageuses, ont causé en été seulement et uniquement sur des vignes portant déjà des lésions de Black Rot quelques invasions secondaires dont une seule eut de l'importance. En dehors de ces cas spéciaux, les invasions de Black Rot ont toujours été causées par des périodes de pluie d'une certaine durée. On voit donc que, si la vapeur d'eau atmosphérique suffit au développement de l'Oïdium et les rosées ou les brouillards au développement du Mildiou, les pluies sont nécessaires au développement du Black Rot.

» La durée des périodes de pluie susceptibles de produire des invasions dépend non de l'abondance de la pluie mais de sa continuité; elle dépend aussi de la température. En juillet et août, une seule journée pluvieuse a pu être suffisante pour provoquer une invasion; en avril et mai, deux et même trois journées pluvieuses ont toujours été nécessaires.

» La durée des invasions dépend de la durée des périodes de pluie qui les ont causées et, dans une certaine mesure, de l'intensité du foyer.

» Le nombre des invasions qui peuvent se succéder au cours d'une saison dans un foyer de Black Rot dépend du nombre des périodes pluvieuses de durée et de continuité suffisantes qu'il y a eu pendant cette saison. Suivant les années et les localités, on compte une, deux, ou plus rarement trois invasions primaires. Les invasions secondaires, lorsque les étés sont pluvieux, peuvent se succéder à des intervalles plus ou moins rapprochés, jusqu'à la maturité du fruit.

» L'intervalle qui sépare deux invasions successives dépend de celui qui sépare les deux périodes de pluie auxquelles elles sont dues. Cet intervalle a été, dans certains cas, presque nul; dans d'autres, il a atteint 1, 2, 3 et même 4 semaines.

» La durée de la période d'incubation dépend essentiellement de la température; elle a été, en général, de 16 à 22 jours en avril et mai, de 14 à 16 jours en juin, de 10 à 14 jours en juillet et août.

» Les lésions de Black Rot peuvent porter des pycnides mûres au bout

de 3 à 8 jours. La sécheresse ou une température trop basse retardent ou même empêchent la formation des pycnides.

» Je me propose de montrer ultérieurement quel parti on peut tirer des faits qui précèdent pour le traitement de la maladie. »

GÉOLOGIE. — *Les roches éruptives carbonifères de la Creuse.* Note de M. L. de Launay, présentée par M. Michel Lévy.

« La région nord du Plateau central présente une très remarquable série de roches éruptives carbonifères, rigoureusement datées comme âge, et variées comme conditions de gisements : microgranulites, porphyres pétrosiliceux et porphyres globulaires, kersantites, orthophyres, albitophyres et porphyrites diverses, qu'il est intéressant d'étudier en rapprochant les résultats de l'examen pétrographique et de l'analyse chimique avec les conditions géologiques de gisement.

» Sans entrer dans les détails de cette étude, qui seront exposés ailleurs [1], on voit que la série, parallèle et conforme à celle de la Loire, a dû préluder, au début du Dinantien, par des orthophyres et cinérites orthophyriques, auxquels ont succédé, pendant le Westphalien, de véritables éruptions volcaniques, avec porphyres pétrosiliceux, porphyres à quartz globulaire, microgranulites, etc., dont les masses les plus remarquables sont celles de Gouzon (Creuse) et de Servant-Pouzol (Puy-de-Dôme). Enfin, pendant le Stéphanien, on n'a plus eu que des porphyrites avec de rares orthophyres.

» Pétrographiquement, j'ai été amené à considérer que la cristallisation des feldspaths dans certaines porphyrites s'était produite, non pas seulement en deux temps, mais en trois temps distincts, marqués chacun par une taille et une composition différentes des individus feldspathiques et correspondant apparemment à trois stades successifs dans la formation de la roche.

» J'ai également constaté combien générale est la présence de la silice libre, même dans les types basiques, et le rôle des actions hydrothermales sous pression dans la cristallisation de diverses roches, notamment des micropegmatites, me paraît avoir été considérable.

(1) Voir *Bulletin du Service de la Carte géologique*, n° 83.

» Les résultats généraux de l'analyse chimique (analyses Pisani) sont les suivants :

» Tout d'abord, d'une façon générale et comme pouvait d'ailleurs le faire prévoir l'étude pétrographique, nos roches, quoique recueillies dans un espace très restreint et correspondant à une série très localisée dans le temps (entre le Dinantien et la fin du Stéphanien), présentent néanmoins une très grande variété de composition. La teneur en silice va de 82 à 54 pour 100; elle est, en moyenne, très forte et sa seule considération permet de distinguer aussitôt trois groupes, qui se séparent également par la structure microscopique et les conditions géologiques : 1° porphyres à quartz globulaire ou pétrosiliceux de 82 à 69 pour 100; 2° kersantites quartzifères et microsyénites de 64 à 60 pour 100; 3° orthophyres et porphyrites, en partie lamprophyriques, de 60 à 54 pour 100.

» Dans le premier groupe, les roches les plus acides sont des porphyres à quartz globulaire et pétrosiliceux de 82 à 75 pour 100, les microgranulites ordinaires restant de 69 à 75 pour 100; la démarcation est cependant loin d'être absolue : ce qui correspond avec les mélanges fréquents que présentent ces trois types de roches dans leurs gisements; et surtout il y a lieu de signaler toute une série relativement basique de ces porphyres, descendant jusqu'à 64,50 pour 100 de silice, qui forment une transition continue aux orthophyres micacés souvent encore quartzifères.

» Dans le troisième groupe, les orthophyres et les porphyrites andésitiques à mica noir présentent des types relativement acides à teneur en silice très constante entre 59 et 61 pour 100; au contraire, les porphyrites augitiques et amphiboliques s'en distinguent par une basicité sensiblement plus marquée.

» Les variations des autres éléments correspondent bien à celles de la silice; ainsi, la teneur en alumine croît régulièrement de 11 à 20 pour 100 quand la silice décroît de 82 à 54 et l'oxyde de fer suit une progression assez analogue de 0,50 à 7 pour 100.

» La teneur en chaux et en magnésie oscille dans des limites assez étroites et très irrégulièrement quand on reste dans la série des microgranulites et porphyres : 0 à 1 pour 100 de chaux; 1 à 2 pour 100 de magnésie; elle monte brusquement quand on passe aux kersantites et orthophyres pour atteindre 6,57 de chaux et 6,11 de magnésie dans notre type le plus basique.

» Enfin, la teneur en alcalis est loin d'atteindre des chiffres aussi élevés dans la série porphyritique, où elle va de 4 à 7 pour 100, que dans la série porphyrique, où elle oscille entre 2,50 et 9,30 pour 100; mais ces chiffres mêmes montrent qu'il existe toute une série de porphyres, et précisément parmi les plus acides, où cette teneur descend au-dessous de celle des roches basiques (2,45 et 2,88 dans nos porphyres les plus acides); ce qui s'explique par la très grande quantité de silice libre qu'ils arrivent à contenir.

» Quelques roches acides atteignent des teneurs en alcalis et spécialement en potasse très élevées (plus de 6 pour 100 de potasse), sans que cette alcalinité implique absolument une nature minéralogique spéciale. En général, la potasse domine sur la soude et surtout dans les roches très acides; mais le rapport des deux éléments est extrêmement variable depuis 0,47 de soude pour 7,20 de potasse, soit 1 à 15 dans certain porphyre à quartz globulaire jusqu'à l'égalité approximative. La soude ne dépasse notablement la potasse que dans une granulite à gros grenats almandins et dans une porphyrite augitique en coulée, qui est la roche la plus basique de toute notre série.

» Le granite encaissant, qui représente une sorte de moyenne dans l'ensemble, renferme :

» Silice : 65,70; potasse : 4,37; soude : 3,38; alumine : 17,92; chaux : 1,28; magnésie: 2,30; sesquioxyde de fer: 2,03; protoxyde de fer: 2,17; acide titanique: 0,32.

» En résumé, cette étude paraît confirmer la théorie générale exposée par M. Michel Lévy sur la différenciation des magmas, théorie à l'appui de laquelle viennent également les curieuses observations récentes de M. Barrois sur les kersantons de Bretagne. La simple différenciation en vase clos n'est pas admissible; il semble, au contraire, y avoir eu départ antérieur des éléments blancs (silice et alcalis) par l'intervention d'action aqueuse et de fumerolles, avec production de micropegmatites, porphyres globulaires (c'est-à-dire micropegmatites chargées de silice submicroscopique), etc.; puis, à la fin, montée du résidu lamprophyrique, surtout enrichi en éléments ferromagnésiens, mais retenant encore parfois une certaine abondance d'alcalis, qui a permis les types de fusion de nos coulées porphyritiques. »

HYDROLOGIE. — *Étude d'échantillons d'eaux et de fonds provenant de l'Atlantique Nord*. Note de M. J. THOULET.

« Le yacht *Princesse-Alice*, à bord duquel j'avais l'honneur d'être embarqué, a exécuté l'été dernier une campagne océanographique dans les parages des îles du Cap-Vert, des Canaries et de Madère, pendant laquelle ont été recueillis, entre 611^{m} et 6035^{m} de profondeur, 49 échantillons d'eaux et 32 échantillons de fonds. S. A. S. le prince de Monaco a bien voulu m'en confier l'étude, qui m'a occupé plusieurs mois. Les résultats obtenus, en tenant compte de 60 analyses de fonds marins faites antérieurement par moi, ont été les suivants :

» Pour les échantillons d'eaux, on a mesuré la température *in situ*, la densité, la chloruration, la salinité, les matières organiques oxydables, l'ammoniaque libre et l'ammoniaque albuminoïde.

» La mesure de la densité *in situ* est destinée à expliquer l'économie de la circulation océanique superficielle et surtout profonde. Il convient, pour parvenir à ce résultat, d'étudier et de comparer les densités d'échantillons non pas récoltés çà et là et à des époques quelconques de l'année à la sur-

face des océans, mais pris en séries verticales, depuis la surface jusqu'au fond, et aussi rapprochés que possible les uns des autres.

» Dans l'Atlantique Nord, l'ammoniaque libre dans les eaux, un peu plus abondante dans les mille premiers mètres que plus bas, est distribuée assez irrégulièrement. L'ammoniaque albuminoïde, plus abondante, elle aussi, dans les eaux superficielles, se maintient ensuite dans une proportion constante. La répartition semble être la même pour les matières organiques oxydables et azotées.

» La densité des fonds est une médiocre caractéristique de ceux-ci.

» Les fonds marins semblent perdre, en séchant, une sorte d'eau de carrière; séchés aussitôt après leur sortie de l'eau, ils sont très hygrométriques et absorbent jusqu'à 24 pour 100 de leur poids d'humidité.

» On parvient à reconnaître au microscope l'espèce minérale des grains contenus dans les fonds, et si petits qu'il en faut environ 20000 pour peser 1^{mg}, par divers procédés méthodiques, consistant en calcination, coloration à la naphtaline monobromée colorée, attaque aux acides, etc.

» La quantité d'ammoniaque totale contenue dans un fond n'est en relation ni avec la profondeur ni avec l'épaisseur de ce fond.

» La magnétite se concentre dans les portions les plus fines des fonds marins; mélangée à une très forte proportion de péridot, elle constitue la fayalite.

» On peut extraire de l'ammoniaque de tous les fonds marins et des coquilles vivantes ou mortes depuis un certain temps. On n'en recueille ni dans les coquilles fossiles, ni dans les roches géologiques.

» Les différences de constitution dans l'épaisseur même du sol océanique, à 10^{cm} ou 15^{cm} de distance verticale, sont réelles, quoique faibles, et analogues à celles qu'on constate pour les roches géologiques dans les mêmes conditions.

» La teneur en calcaire d'un fond dépend, non de la profondeur, mais des conditions physiques (température, salinité, etc.) influençant la vie dans les couches d'eau sus-jacentes. La teneur en minéraux non calcaires dépend des conditions géographiques et océanographiques de ces eaux sus-jacentes. Le triage précis des grains les plus fins et l'évaluation exacte de leur poids prennent une importance considérable; on y parvient par des lévigations méthodiques.

» En déconstituant une roche calcaire par une attaque à l'acide étendu, en recueillant les grains minéraux inattaquables, en les dosant et en les

examinant au microscope, on acquiert de très précieux renseignements sur la genèse et l'histoire passée de cette roche. »

M. A. Pellet adresse une Note « Sur l'approximation des racines réelles des équations ».

M. A. Guépin adresse une Note intitulée : « La prostate et les vésicules séminales ».

M. H. Bersier adresse diverses rectifications à son Mémoire sur l'aviation.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 avril 1902.
(Suite.)

Système silurien du centre de la Bohême, par Joachim Barrande; 1re Partie : *Recherches paléontologiques :* continuation éditée par le Musée de Bohême. Vol. VIII, t. II. *Anthozoaires et Alcyonaires,* par le Dr Philippe Pocta, texte et 99 planches; traduit par A.-S. Oudin. Prague, 1902; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Gaudry. Hommage du Musée de Bohême.)

Protuberanzen beobachtet in den Jahren 1888, 1889, 1890 *am Haynald-Observatorium,* von J. Fényi, S. J.; mit 2 Lithographien u. 10 grossen Tafeln in Heliogravüre. (Public. des Haynald-Observatoriums, Heft 8.) Kalouga, Anton Jurcso, 1902; 1 vol. in-4°.

An account of the Crustacea of Norway, with short descriptions and figures of all the species, by G.-O. Sars. Vol. IV. *Copepoda calanoida.* Parts V and VI; publ. by the Bergen Museum. Christiania, Alb. Cammermeyer, 1902; 1 fasc. in-4°.

U. S. Commission of fish and fisheries; part XXVI. *Report of the Commissioner for the year ending june* 30, 1900. Washington, 1901; 1 vol. in-8°.

R. Istituto tecnico superiore di Milano. Programma, anno 1901-1902. Milan, 1902; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the American philosophical Society, held at Philadelphia, for promoting useful knowledge. Vol. XX, new series, parts I, II. Philadelphie, 1899-1901; 2 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 28 avril 1902.)

Note de M. *Berthelot,* Études sur les piles, etc. :

Page 944, ligne 11 en remontant, *au lieu de*

vase intérieur alcalin, pôle +; vase extérieur acide, pôle —,

lisez

vase intérieur alcalin, pôle —; vase extérieur acide, pôle +.

Page 946, ligne 9 en remontant, *effacer le signe — après :* Essais électrolytiques.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 MAI 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 19 mai sera remise au mardi 20.

Notice sur les travaux de M. Lazare Fuchs; Par M. **Camille Jordan**.

« M. Lazare Fuchs, Correspondant de la Section de Géométrie, dont l'Académie déplore la perte récente, occupait une place éminente parmi les mathématiciens de l'Allemagne.

» Ses premiers travaux ont eu pour objet l'étude arithmétique des entiers complexes; mais il ne tarda pas à délaisser l'Arithmétique pour le Calcul intégral; et son nom vivra surtout par ses belles recherches sur l'application des principes de la théorie des fonctions aux équations différentielles.

» Un premier essai de ce genre avait été donné par Riemann dans son mémorable Mémoire sur l'équation de Gauss. Mais cet exemple était resté isolé jusqu'au jour où M. Fuchs, généralisant la méthode du grand géomètre, en fit l'application systématique à toutes les équations linéaires à coefficients uniformes.

» Les intégrales de ces équations jouissent de la propriété fondamentale de se transformer par une substitution linéaire lorsque la variable indépendante tourne autour d'un point critique. M. Fuchs en déduit l'expression de ces intégrales au moyen de séries de puissances entières, positives et négatives, multipliées par une puissance convenable de la variable, et, dans certains cas exceptionnels, par un facteur logarithmique.

» Ces considérations permettent d'intégrer par des séries toutes les équations linéaires à coefficients rationnels. Elles fournissent en effet, pour les intégrales, des développements en nombre limité, et convergeant chacun dans une certaine portion du plan. La concordance entre ces divers développements s'établit en les comparant ensemble dans une région où plusieurs d'entre eux convergent. M. Fuchs a d'ailleurs fait voir qu'on peut, par une transformation algébrique, réduire à deux seulement le nombre des régions distinctes à considérer.

» Le calcul des intégrales se simplifie beaucoup lorsque les séries suivant lesquelles on les développe sont limitées du côté des puissances négatives; car les coefficients peuvent alors s'obtenir par la méthode des coefficients indéterminés. Les équations dont les intégrales jouissent de cette propriété forment donc une classe remarquable. M. Fuchs assigne leurs caractères distinctifs; il donne en outre un critérium permettant de reconnaître si les intégrales contiennent ou non des logarithmes.

» Ce beau Mémoire, paru en 1866, est devenu promptement classique; il a servi de base à tous les travaux publiés depuis cette époque sur cette théorie.

» M. Fuchs a pris d'ailleurs une part prépondérante à son rapide développement; et l'on pourrait difficilement citer un progrès important dont il ne puisse revendiquer l'initiative.

» Ainsi, il avait été frappé de cette circonstance que toutes les intégrales particulières d'une équation linéaire ont les mêmes points critiques, dont la position peut être assignée *a priori*, sans intégration. Mais cette propriété fondamentale ne leur appartient pas exclusivement. Il s'est donc proposé de former toutes les équations à points critiques fixes, et il a donné la solution de ce problème pour le premier ordre. Pour le second ordre, la question est plus difficile et n'a été résolue que plus tard par M. Painlevé.

» C'est également M. Fuchs qui a posé le problème, traité, après lui, par plusieurs géomètres, de déterminer toutes les équations linéaires dont les intégrales sont algébriques. Par une ingénieuse application de la théorie des invariants, il est arrivé à des résultats presque définitifs pour les équations du deuxième et du troisième ordre.

» Une classe plus générale est celle des équations dont les intégrales sont liées par une relation algébrique homogène. M. Fuchs a étudié particulièrement sous ce point de vue les équations du troisième ordre et a obtenu les résultats suivants :

» Si la relation est quadratique, l'équation admet pour intégrales x^2,

xy, y^2, x et y désignant les deux intégrales d'une équation du deuxième ordre.

» Si le degré de la relation surpasse 2, l'équation a ses intégrales algébriques.

» Les périodes des intégrales abéliennes, considérées comme fonctions des paramètres, satisfont à des équations différentielles linéaires remarquables que M. Fuchs a appris à former.

» Enfin, par ses études sur l'inversion du quotient de deux intégrales d'une équation linéaire, M. Fuchs peut être compté, avec M. Schwarz, comme un précurseur de M. Poincaré; aussi celui-ci a-t-il désigné sous le nom générique de *fonctions fuchsiennes* les transcendantes nouvelles dont la découverte a commencé sa réputation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du siliciure de lithium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« La découverte que nous avons faite, en collaboration avec M. Smiles, d'un nouvel hydrure de silicium liquide, spontanément inflammable à l'air, et de formule Si^2H^6, permettait de prévoir l'existence d'une série de siliciures métalliques répondant à la même formule. Il était logique de penser à les préparer tout d'abord au moyen des métaux alcalins.

» Lorsque l'on chauffe dans le vide un mélange de silicium pur amorphe ou cristallisé et d'un métal tel que le potassium ou le sodium, il se produit à la température d'ébullition du métal une très petite quantité de siliciure, mais la séparation en est pénible, et cette réaction ne peut servir de procédé de préparation ([1]).

» On réussit mieux avec le lithium, ainsi que nous allons le démontrer dans ce travail.

» *Préparation du siliciure de lithium* Si^2Li^6. — Nous avons placé dans une nacelle de nickel, en présence d'un excès de lithium, du silicium porphyrisé qui avait été obtenu par le procédé de M. Vigouroux ([2]). La nacelle métallique, disposée sur une lame de mica, est introduite dans un tube en acier qui peut être chauffé au moyen d'une petite grille à analyse. Une des

([1]) H. Moissan et S. Smiles, *Préparation et propriétés d'un nouvel hydrure de silicium* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 569).

([2]) Vigouroux, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, p. 5.

extrémités de ce tube est fermée par une lame de verre au moyen de gomme-laque fondue, et l'autre communique avec une trompe à mercure. Lorsque le vide est fait dans l'appareil, on élève lentement la température, l'attaque se produit avec tranquillité, et l'on maintient le vide pendant toute la durée de la préparation. On augmente ensuite lentement la température, et l'on ne doit atteindre le rouge sombre qu'après 2 ou 3 heures. Lorsque l'appareil est refroidi, on retire la nacelle qui contient un mélange de lithium et de siliciure de lithium.

» Nous avons essayé tout d'abord de séparer l'excès de lithium au moyen de l'ammoniac liquéfié par une méthode qui nous a déjà fourni des résultats intéressants. Le lithium produit en effet avec ce liquide un métal-ammonium (¹), ainsi que nous l'avons démontré précédemment, et ce composé est soluble dans l'ammoniac. Mais cette méthode de préparation est longue et délicate à cause de la faible solubilité du lithium-ammonium.

» Nous avons alors enlevé l'excès de lithium par distillation dans le vide. Pour que cette expérience réussisse, la température doit être maintenue pendant plusieurs heures au-dessus de 400°, afin que l'attaque soit aussi complète que possible, et au-dessous de 500°, pour ne pas produire la dissociation du siliciure.

» Dans ces conditions, on obtient, à la fin de l'opération, une distillation complète de l'excès de lithium, et il reste dans la nacelle une masse cristalline d'un bleu violet foncé et très hygroscopique.

» *Propriétés physiques.* — Le siliciure de lithium se présente en petits cristaux brillants d'un bleu-indigo foncé qui, examinés au microscope, présentent une grande homogénéité. Sa densité prise dans l'essence de térébenthine est voisine de 1,12. Ce composé est dissociable dans le vide au-dessus de 600°. Il fournit alors des vapeurs de lithium et il abandonne du silicium amorphe.

» *Propriétés chimiques.* — L'hydrogène au-dessous de 600° n'a pas d'action sur le siliciure de lithium. Au delà de cette température, la dissociation du siliciure se produit, il se dégage des vapeurs métalliques qui, par refroidissement, fournissent de l'hydrure de lithium.

» Dans une atmosphère de gaz fluor, le siliciure de lithium doit être très légèrement chauffé, pour réagir avec incandescence en produisant du fluorure de lithium fondu et du fluorure de silicium gazeux. La réaction

(¹) H. Moissan, *Préparation du lithium-ammonium* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 685).

est identique avec le chlore. Au contact de la vapeur de brome et de la vapeur d'iode, il faut atteindre le rouge sombre pour que la réaction se produise avec dégagement de chaleur et de lumière.

» Le siliciure de lithium, légèrement chauffé sur une lame de platine, en présence de l'air, brûle, fond et perce rapidement la lame de platine. Chauffé dans un courant d'oxygène au rouge sombre, il brûle avec une lumière éblouissante et un grand dégagement de chaleur.

» Avec le soufre fondu, il se produit, avant le point d'ébullition de ce corps simple, une incandescence très vive. Il se forme un polysulfure de lithium et du sulfure de silicium. Ce dernier composé est détruit par l'eau froide avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

» Le sélénium en fusion attaque de même ce siliciure avec violence; il se fait un polyséléniure soluble dans l'eau. Le tellure réagit de même au rouge avec un grand dégagement de chaleur. Il ne se produit pas de tellurure attaquable par l'eau.

» Le phosphore, légèrement chauffé avec ce siliciure, l'attaque avec incandescence. Au contraire, l'arsenic et l'antimoine s'y combinent au rouge sombre sans dégagement de lumière. On obtient, dans ces dernières réactions, des alliages cristallins qui sont attaqués lentement par l'eau froide.

» Le siliciure de lithium possède en somme des propriétés réductrices très énergiques. Chauffé au rouge sombre avec du sesquioxyde de chrome, il le décompose avec incandescence et fournit un alliage d'apparence métallique lentement décomposable par l'eau. Le sesquioxyde de fer sera réduit dans les mêmes conditions et produira un alliage brillant, agissant sur l'aiguille aimantée, ne décomposant pas l'eau froide, et très attaquable par les acides étendus. Le siliciure de lithium réduit de même les oxydes de manganèse; il décompose la chaux et n'a pas d'action sur l'alumine.

» Si l'on vient à laisser tomber un fragment de siliciure de lithium sur de l'acide sulfurique mono-hydraté, le siliciure devient incandescent et court sur la surface du liquide comme un morceau de potassium sur l'eau. Le phénomène de réduction est très énergique; il se dégage de l'hydrogène sulfuré et il se produit un dépôt de soufre.

» La même réaction, faite en présence d'acide nitrique monohydraté, devient explosive. Chaque parcelle de siliciure est instantanément portée à l'incandescence, et l'on voit se former dans l'acide un dépôt de silice, tandis que des vapeurs de peroxyde d'azote se produisent en abondance.

» Au contact d'une solution d'acide chlorhydrique, le siliciure de lithium

devient incandescent; mais la silice hydratée, qui entoure chaque fragment d'une couche blanche, limite en partie la réaction. Avec l'acide chlorhydrique étendu d'eau, le siliciure de lithium dégage avec rapidité un gaz spontanément inflammable. L'expérience est très belle lorsque l'on emploie une solution aqueuse saturée d'acide chlorhydrique à la température de -20°. Le gaz qui se produit prend feu à l'air, brûle avec une flamme très blanche et dépose du silicium amorphe.

» L'action de l'eau a été étudiée avec soin. Lorsque l'on projette quelques parcelles de ce siliciure de lithium dans une petite quantité d'eau, la décomposition est instantanée; le liquide devient alcalin, contient de la silice en suspension, et il se dégage un gaz spontanément inflammable à l'air. En résumé, l'action est très violente. Pour modérer cette décomposition, nous avons placé au fond d'un tube à essai une petite quantité de siliciure que nous avons recouverte de glycérine. L'attaque ne se produit pas et le siliciure reste au fond du tube. On place alors de l'eau distillée au-dessus de cette glycérine sirupeuse, puis l'on retourne le tube dans un verre rempli d'eau. Dans ces conditions, l'attaque est beaucoup plus lente : il se dégage un gaz qui, après lavage à l'eau, est analysé. Ce gaz est de l'hydrogène pur, ne contenant pas trace d'hydrogène silicié. Si, maintenant, nous décomposons ce siliciure de lithium au moyen d'une solution de potasse ou de soude, nous n'obtenons jamais de gaz inflammable. Il se forme encore de l'hydrogène pur.

» Toutes ces expériences, qui, à première vue, paraissent contradictoires, s'expliquent très simplement. Lorsque la décomposition du siliciure de lithium est produite par une petite quantité d'eau ou par une solution acide, il se produit un mélange d'hydrogène et d'hydrogène silicié, contenant des vapeurs du composé Si^2H^6, qui rendent le mélange spontanément inflammable. Au contraire, la décomposition lente par l'eau, produisant tout d'abord de la lithine, de même que la décomposition en présence d'une solution alcaline, ne pourront pas donner de gaz spontanément inflammable, puisque les hydrures de silicium SiH^4 et Si^2H^6 sont détruits par leur contact avec les alcalis. Dans ce cas, il ne se dégagera que de l'hydrogène pur.

» Nous décrirons encore une autre expérience qui nous a semblé curieuse. Nous avons démontré précédemment qu'une solution d'acide chlorhydrique dans l'eau décomposait le siliciure avec formation de gaz spontanément inflammable.

» Ce gaz contenait donc des vapeurs du composé Si^2H^6. Si nous faisons à froid une solution de gaz acide chlorhydrique dans l'éther sec, ce liquide

n'a aucune action sur le siliciure de lithium. Au contraire, dès qu'il contiendra une petite quantité d'eau, l'action décomposante dont nous avons parlé précédemment se produira. Nous savons du reste, depuis longtemps, que la solution de l'acide chlorhydrique dans l'éther n'est pas comparable à sa solution dans l'eau. On peut dire que cette solution éthérée ne contient point d'ions en liberté.

» *Analyse.* — La décomposition du siliciure de lithium par l'eau ou les acides était trop violente pour nous permettre un procédé d'attaque régulier de ce composé. Nous avons alors utilisé l'action lente de la vapeur d'eau. A cet effet, nous avons disposé un poids déterminé de ce siliciure dans une nacelle. Cette nacelle a été placée dans une cloche courbe à analyse de gaz, dont la grande branche était maintenue horizontale. Une petite quantité d'eau maintenue solide à — 50° se trouvait dans la partie courbe de la cloche. On faisait ensuite rapidement le vide dans cet appareil au moyen d'une trompe à mercure.

» Enfin, on laissait l'eau reprendre l'état liquide et on l'abandonnait à la température du laboratoire. Sa vapeur réagissait lentement sur le siliciure de lithium. Il se dégageait un gaz qui était recueilli, mesuré et analysé. Ce gaz était de l'hydrogène pur. Après 36 heures, lorsque tout dégagement de gaz avait cessé, on chauffait légèrement l'eau et, après quelques heures, on retirait la nacelle. Le siliciure était transformé en poussière blanche dans laquelle on dosait la lithine et la silice par les procédés connus. Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.	Théorie pour Si^2Li^6.
Lithium.........	42,34	42,22	42,85
Silicium.........	57,50	57,40	57,14

GÉOLOGIE. — *Sur le tremblement de terre du 6 mai* 1902. Note de M. MICHEL LÉVY.

« J'ai reçu, le 6 mai dernier, un télégramme de M. Kilian, Professeur de Géologie à l'Université de Grenoble, m'annonçant que le sismographe Kilian-Paulin venait d'enregistrer le matin à $3^h 4^m 49^s$, heure du méridien de Paris, une secousse sismique de direction nord-est. Les journaux du soir et du lendemain matin nous ont appris que cette secousse avait été ressentie dans le sud-ouest de la France et le long de la côte méditerranéenne orientale de l'Espagne; c'est aux environs de Murcie que les effets les plus violents ont été signalés.

» Une autre observation plus précise de l'heure et de la direction des secousses a été enregistrée à Floirac près Bordeaux, direction nord-ouest,

heure $3^h 5^m 30^s$; le passage des vibrations se serait donc fait sentir à Floirac 41 secondes après celles de Grenoble; en leur supposant une vitesse de 3^{km} par seconde, l'épicentre devrait être de 123^{km} plus éloigné de Floirac que de Grenoble, et d'ailleurs au sud-est de Floirac, au sud-ouest de Grenoble; ces considérations théoriques et hypothétiques le situeraient donc en pleine Méditerranée, à l'est de Murcie, au sud de Minorque.

» Quoi qu'il en soit, il nous paraît que le tremblement de terre du 6 mai affecte l'effondrement en ovale méditerranéen, qui a découpé la côte orientale d'Espagne, en la jalonnant d'éruptions volcaniques (Olot, Columbret, Carthagène, Cap de Gâte). Il est intéressant de remarquer que c'est également le long d'un effondrement en ovale méditerranéen, celui des Petites Antilles, que, le surlendemain 8 mai, a eu lieu la terrible catastrophe de Saint-Pierre. »

MÉCANIQUE. — *Sur les fluides compressibles visqueux.* Note de M. P. **Duhem**.

« Les difficultés que soulève l'étude des liquides visqueux conduisent à se demander si les équations proposées pour le mouvement de semblables corps sont rigoureusement exactes. En fait, il est aisé de reconnaître qu'elles ne s'accordent point avec les principes sur lesquels nous avons fondé la théorie de la viscosité [1].

» Soit un système dont chaque élément de volume $d\varpi$ est défini par sa température T et par un certain nombre de variables normales, deux par exemple, α, β. Le travail virtuel de la viscosité y est de la forme $\int d\tau_v \, d\varpi$; $d\tau_v$ a pour valeur $(f_\alpha \delta\alpha + f_\beta \delta\beta)$, f_α, f_β étant des fonctions linéaires et homogènes de $\alpha' = \frac{d\alpha}{dt}$, $\beta' = \frac{d\beta}{dt}$; ce sont, en outre, des fonctions de α, β, T.

» La définition la plus nette que l'on puisse donner du mot *fluide* est la suivante : Un fluide est un corps dont chaque élément est dans un état entièrement défini par la température T et une seule variable normale, la densité ρ.

» Dès lors, au sein d'un fluide, le travail virtuel de la viscosité doit se

---

[1] *Recherches sur l'Hydrodynamique*, 1re Partie, Chap. I, § 1 (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 2e série, t. III, 1901, p. 315).

réduire à

(1) $$d\mathfrak{T}_v = \int f(\rho, T)\frac{d\rho}{dt}\delta\rho\, d\varpi.$$

» Pour un fluide incompressible, il est identiquement nul. Donc, selon nos principes, *si un corps est rigoureusement fluide et rigoureusement incompressible, on doit le regarder comme dénué de viscosité.*

» Les seuls fluides visqueux dont ces principes reconnaissent l'existence sont les fluides compressibles; les propriétés de ces fluides découlent toutes de l'égalité (1).

» On voit sans peine que ces propriétés sont celles que donneraient les équations habituellement reçues si l'on y faisait $\mu(\rho, T) = 0$.

» On a alors, en gardant nos notations habituelles,

$$\nu_x = \nu_y = \nu_z = -\lambda(\rho, T)\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right) = -\lambda(\rho, T)\theta,$$
$$\tau_x = \tau_y = \tau_z = 0.$$

» Il en résulte immédiatement que le vecteur (p_x, p_y, p_z) est toujours normal à l'élément sur lequel il agit; d'où cette autre conséquence : *Que l'on admette l'hypothèse de Navier* ($f < 0$, $\mathfrak{C} = 0$), *ou que l'on suppose* $\mathfrak{C}$ *négatif, le fluide adhère toujours aux solides avec lesquels il est en contact.*

» Π étant la pression réelle, désignons par P une *pression fictive* égale à $\Pi - \lambda(\rho, T)\theta$. Les équations de l'Hydrodynamique prendront une forme

$$\frac{\partial P}{\partial x} - \rho(X_i + X_e - \gamma_x) = 0, \ \ldots,$$

ne différant que par la substitution de P à Π de celle qui convient aux fluides non visqueux. Mais l'équation de compressibilité et de dilatation, qui était $\Pi - \rho^2\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial\rho} = 0$, deviendra

(2) $$P - \rho^2\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial\rho} - \frac{\lambda(\rho, T)}{\rho}\frac{d\rho}{dt} = 0.$$

» *Les lois du mouvement d'un fluide compressible visqueux ne diffèrent plus qu'en un point des lois du mouvement d'un fluide compressible parfait : Il n'existe plus de relation en termes finis entre la pression* P, *la température* T *et la densité* ρ; *cette relation est remplacée par une équation différentielle qui détermine* $\frac{d\rho}{dt}$ *lorsqu'on connaît* ρ, T, P.

» Nous avions été conduit directement, il y a plusieurs années, à présenter sous cette forme l'étude des fluides visqueux ([1]).

» Désignons par $F(\rho, T)$ la quantité essentiellement positive $\frac{\partial}{\partial\rho}\left[\rho^2 \frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial\rho}\right]$; par ρ_0 la densité que présenterait le fluide en équilibre sous la pression P et à la température T; par ρ' une valeur comprise entre ρ et ρ_0; l'égalité (2) peut s'écrire

$$(3) \qquad \frac{d\rho}{dt} = -\frac{\rho}{\lambda(\rho, T)\,F(\rho', T)}(\rho - \rho_0).$$

» *En chaque point d'un fluide compressible parfait où la pression et la température sont* P *et* T, *la densité* ρ *a la même valeur* ρ_0 *que si le fluide était en équilibre sous cette pression et à cette température. Il n'en est plus de même au sein d'un fluide visqueux en mouvement; mais, pour chaque point matériel et à chaque instant, la vitesse de variation de la densité est d'un sens tel qu'elle tende à rapprocher la densité* ρ *de la valeur de* ρ_0 *qui convient à ce point et à cet instant.*

» Supposons que l'indice de viscosité $\frac{\lambda(\rho, T)}{\rho}$ soit petit; supposons, en outre, que ρ et T ne soient pas voisins de la densité et de la température critiques, cas auquel $F(\rho, T)$ n'est pas très grand. L'égalité (3) conduit à la proposition suivante :

» *Au sein d'un fluide peu visqueux où la vitesse n'éprouve pas des variations très considérables lorsqu'on passe d'un point au point voisin, la densité* ρ, *en chaque point et à chaque instant, diffère très peu de la valeur* ρ_0 *qui correspond au même point et au même instant.*

» Cette proposition marque de quelle manière les fluides parfaits sont la forme limite des fluides peu visqueux.

» Nous avons énoncé ces diverses propositions en supposant que les actions, tant extérieures qu'intérieures, étaient newtoniennes; lorsqu'elles ne le sont plus, ces théorèmes demeurent valables.

» Nous examinerons, dans une prochaine Note, ce qui advient lorsque la densité ρ et la température T sont voisines de la densité et de la température critiques. »

([1]) *Traité élémentaire de Mécanique chimique fondée sur la Thermodynamique*, t. II, p. 163 (Paris, 1898).

PÉTROGRAPHIE. — *Coloration noire des rochers formant les cataractes du Nil.* Note de MM. **Lortet** et **Hugounenq**.

« Les deux chutes inférieures du Nil, celle de Ouadi-Halfa et celle d'Assouan, ne sont pas de véritables cataractes, comme on pourrait le croire. Ce sont de simples rapides formant une multitude de bras plus ou moins torrentueux, qui divisent le grand fleuve et qui contournent dans tous les sens des îlots plus ou moins élevés, formés par d'innombrables blocs entassés les uns sur les autres. A la première cataracte, ces masses qui arrêtent le cours des eaux sont surtout formées par des roches éruptives : syénites, granits roses ou gris, porphyres, etc. La seconde cataracte, étendue sur 5 ou 6 lieues de long et de large, présente peu de masses éruptives, mais surtout des grès très fortement ferrugineux et manganésifères.

» Lorsqu'on parcourt en barque les mille méandres de ces canaux profonds, animés quelquefois de remous inquiétants, on est très frappé de la couleur d'un noir intense, ressemblant à un vernis, que présentent ces rochers toujours immergés pendant les hautes eaux. On croirait naviguer au milieu d'énormes entassements d'une houille très foncée et très luisante. Le brillant de la roche provient d'un poli remarquable, dû aux frictions continuées pendant des milliers d'années par des eaux chargées de substances sableuses dures. La couleur noire provient d'une décomposition et d'une oxydation particulière du silicate de manganèse contenu en certaine quantité dans les roches éruptives, ainsi que dans les grès dont nous avons parlé plus haut, ce qui résulte des analyses faites avec beaucoup de soins par l'un d'entre nous.

» Les échantillons de granit et de porphyre présentent une surface uniformément noire et polie.

» Si l'on dépose à la surface une goutte d'acide chlorhydrique concentré, celle-ci se colore aussitôt en brun noir, et la roche apparaît décapée, ne présentant plus que la coloration de ses parties profondes : noir verdâtre avec le porphyre; jaune, rose ou gris dans le cas du granit.

» En recueillant l'acide chlorhydrique qui a lavé la surface d'un échantillon, on obtient un liquide brun, un peu trouble, qui à chaud se décolore et devient limpide : du chlore se dégage, et dans la liqueur l'analyse démontre la présence du manganèse. En d'autres termes, la roche est recouverte d'une couche mince de bioxyde de manganèse noir.

» Les points décapés par l'acide apparaissent décolorés, mais ils conservent leur aspect lisse et brillant, dû à l'action mécanique des eaux troubles du Nil, entraînant, pendant les crues, un sable fin et rugueux dont on retrouve les traces dans les anfractuosités.

» Il ne faudrait pas voir dans le bioxyde de manganèse un sédiment apporté par les eaux; s'il en était ainsi, tous les rochers baignés par le fleuve, en aval de la cataracte, devraient être également teints en noir, ce qui n'a pas lieu. Le manganèse préexiste dans la pâte de la roche, mais non à l'état de bioxyde. Si, en effet, on attaque à froid par l'acide chlorhydrique une surface de cassure fraîche, l'acide chlorhydrique ne dissout pas de manganèse et ne dégage pas de chlore. Par contre, si l'on pulvérise un fragment prélevé au centre d'un échantillon et que l'on attaque la poudre par l'acide nitrique bouillant, du manganèse entre en dissolution.

» En résumé, les roches qui barrent le cours du Nil et forment la première cataracte sont des bancs de granit et de porphyre manganésifères, usés et polis par les molécules de sable que le fleuve entraîne dans ses rapides. Sous l'influence des conditions climatériques de ces régions, — alternance des crues et des basses eaux, radiation solaire intense, absence de toute végétation saxophile, — les silicates manganésifères des roches ont fourni par oxydation cette mince couche superficielle de manganèse qui donne à la surface polie et comme émaillée de ces granits et de ces porphyres leur étrange patine noire.

» A la seconde cataracte, les mêmes phénomènes se sont passés à la surface des grès fortement manganésifères.

» D'après M. Schweinfurth, qui était notre compagnon de voyage en Haute-Égypte, les roches donnant naissance aux rapides du Niger et du Congo présentent la même coloration noire, due probablement aux mêmes causes. »

M. **Oudemans**, en adressant à l'Académie l'expression de sa profonde condoléance à l'occasion de la mort de M. *A. Cornu*, exprime le vœu que l'on puisse prendre des mesures pour achever de publier les expériences qu'il poursuivait depuis longtemps sur la densité de la Terre.

RAPPORTS.

Sur un projet d'organisation d'un Service d'exploration scientifique en Indo-Chine.

(Commissaires : les Membres des Sections de Géographie et Navigation, Minéralogie, Botanique, Anatomie et Zoologie; MM. Darboux et Mascart; M. de Lapparent, rapporteur.)

« Sur l'invitation de M. le Ministre de l'Instruction publique, transmettant à l'Académie des Sciences un projet émané de M. Doumer, Gouverneur général de l'Indo-Chine, relativement à l'organisation, sous le patronage de l'Académie, d'un Service d'exploration scientifique en Indo-Chine, la Commission nommée dans le Comité secret qui a suivi la séance publique du 14 avril a procédé à l'étude de la question.

» La Commission propose aujourd'hui à l'Académie d'adopter le principe du projet, plaçant sous son patronage le Service dont la création est imminente, et pour les détails duquel le bureau de la Commission a pu se concerter directement avec M. Doumer.

» Dans ces conditions, c'est à l'Académie que reviendrait le soin de désigner au choix du Gouverneur général le Directeur du Service et les explorateurs placés sous ses ordres, en même temps qu'elle aurait à se prononcer chaque année sur la suite à donner aux travaux entamés.

» Le projet du Gouverneur général énumérant quatre spécialités distinctes : Géologie (avec Minéralogie), Botanique, Zoologie et Anthropologie, la Commission propose à l'Académie d'inscrire à l'un de ses prochains ordres du jour la nomination d'une Commission permanente de huit membres, choisis de manière à correspondre aux spécialités indiquées, et auxquels serait adjoint le Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques; ladite Commission devant assurer l'exercice du contrôle accepté par l'Académie. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes pour l'année 1901.

MM. **Bassot** et **Mascart** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Wilde pour 1902. — MM. Berthelot, Lœwy, Maurice Levy, Bertrand, Fouqué.

Commission chargée de juger le concours du prix Cahours pour 1902. — MM. Moissan, Troost, Gautier, Haller, Berthelot.

Commission chargée de juger le concours du prix Tchihatchef pour 1902. — MM. Grandidier, Perrier, Bouquet de la Grye, de Lapparent, Van Tieghem.

Commission chargée de juger le concours du prix Jérôme Ponti pour 1902. — MM. Berthelot, Darboux, Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Gaudry.

Commission chargée de juger le concours du prix Houllevigue pour 1902. — MM. Berthelot, Darboux, Mascart, Bouquet de la Grye, Sarrau.

Commission chargée de juger le concours du prix Delalande-Guérineau pour 1902. — MM. Grandidier, Gaudry, Bouquet de la Grye, Perrier, Bassot.

Commission chargée de juger le concours du prix Saintour pour 1902. — MM. Berthelot, Poincaré, Gaudry, Darboux, Lippmann.

Commission chargée de juger le concours du prix Gegner pour 1902. — MM. Berthelot, Mascart, Bassot, Faye, Michel Lévy.

Commission chargée de juger le concours du prix Trémont pour 1902. — MM. Brouardel, Lannelongue, Berthelot, Maurice Levy, Mascart.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume intitulé : « Étude géologique et minière des provinces chinoises voisines du Tonkin, par M. *A. Leclère.* (Extrait des *Annales des Mines,* oct. et nov. 1901 et sept. 1900.) (Présenté par M. Michel Lévy.)

M. Appell, en présentant à l'Académie le Tome I de la deuxième édition de son *Traité de Mécanique rationnelle,* s'exprime comme il suit :

« Cette deuxième édition n'est pas une simple réimpression de la première ; elle présente des changements et des additions que nous allons rapidement indiquer pour le premier Volume.

» Tout d'abord, pour les principes de la Mécanique, nous avons adopté, dans ses grands traits, le mode d'exposition que le Professeur Blondlot, de l'Université de Nancy, a communiqué au Congrès international de Philosophie de 1900.

» En Statique, nous avons commencé par établir les six conditions nécessaires d'équilibre que doivent remplir les forces extérieures appliquées à un système quelconque; nous en avons déduit, comme cas particuliers, les théorèmes relatifs à la statique des solides. Nous avons, à la suite de l'équilibre des fils, ajouté quelques pages sur l'équilibre de l'élastique plane. Dans l'établissement des équations générales d'équilibre déduites du théorème des déplacements virtuels, nous avons introduit, en adoptant la terminologie du physicien Hertz, la distinction des systèmes en deux classes : les systèmes *holonomes*, pour lesquels toutes les liaisons peuvent être exprimées *par des relations en termes finis* entre les coordonnées, et les systèmes *non holonomes,* comme le cerceau et la bicyclette, pour lesquels certaines liaisons s'expriment *par des relations différentielles non intégrables.* Enfin, nous avons consacré un paragraphe entièrement nouveau à l'étude des conditions d'équilibre d'un système dans lequel certaines liaisons sont unilatérales : les systèmes de cette nature se présentent fréquemment en Mécanique rationnelle, par exemple toutes les fois que des liaisons se trouvent réalisées à l'aide de fils; ils semblent se présenter également dans quelques équilibres physico-chimiques.

» En Dynamique, nous avons perfectionné l'exposé du mouvement vertical d'un projectile pesant dans l'air, et nous avons développé, un peu plus que dans la première édition, les principes de la gravitation universelle. Enfin, nous avons incorporé au premier Volume la Dynamique analytique du point, de façon à réunir dans un même Tome tout ce qui se rapporte au point matériel.

» Comme dans la première édition, nous avons consacré le premier Chapitre à la théorie des vecteurs, fondée sur la notion du moment linéaire de Cauchy. Une théorie de ce genre serait évidemment inutile dans un Traité de Statique seule, car elle ne ferait que répéter, avec d'autres mots, les théorèmes relatifs à la réduction des forces appliquées à un corps solide; mais elle est indispensable au commencement d'un Traité en trois Volumes, pour éviter des répétitions fastidieuses à propos de toutes les grandeurs représentées par des vecteurs, telles que les vitesses, les rotations, les accélérations, les quantités de mouvement, les forces, les tourbillons. »

M. **Janssen**, en présentant à l'Académie des photographies de la couronne solaire prises à l'île de la Réunion pendant l'éclipse totale du 17 mai 1901, par M. *Jean Binot*, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part du Dr Jean Binot, des photographies de la couronne solaire prises par lui, à l'île de la Réunion, pendant l'éclipse totale du 17 mai 1901.

» On sait que cette éclipse totale avait un grand intérêt, en raison de sa longue durée. Cette durée atteignait en effet plus de 6 minutes et demie pour l'île de Sumatra, où M. le comte de la Baume Pluvinel, missionnaire du Gouvernement et de l'Observatoire de Meudon, alla l'observer.

» Mais si les conditions astronomiques à Sumatra étaient très favorables, il n'en était pas de même au point de vue météorologique; aussi avais-je vivement désiré faire également observer le phénomène à l'île de la Réunion, où la durée de la totalité était moindre sans doute, mais où les chances de beau temps étaient infiniment meilleures. M. le Dr Binot, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur et amateur très distingué de Photographie et d'Astronomie, répondit à mon appel et voulut exécuter à ses frais cette importante mission. Nous lui confiâmes une excellente lunette de photographie solaire, avec laquelle il obtint les belles images de la couronne que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

Verticale du lieu d'observation



Ateliers D.A. Longuet

Verticale

COURONNE SOLAIRE

ECLIPSE TOTALE DU 18 MARS 1901 *(temps civil)*

Observée à l'Ile de la Réunion par le Dr Jean Binot

à 7 h. 40 du matin - *(temps civil)*

» Ces photographies sont précieuses en raison de l'importance de l'éclipse à laquelle elles se rapportent et aussi par le peu de succès des observations dans les autres stations. Il est, en effet, d'une haute importance pour l'avancement de nos connaissances sur la constitution du Soleil, que nous possédions sans lacunes la série des images de la couronne solaire relatives à toutes les éclipses totales importantes.

» C'est à ce titre que je veux féliciter et remercier ici le Dr Binot de son généreux dévouement à la Science et que je prie l'Académie d'autoriser la reproduction de cette photographie de la couronne de 1901 dans ses *Comptes rendus.* »

ASTRONOMIE. — *Influence des erreurs instrumentales sur les coordonnées rectilignes des astres photographiés.* Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Lœwy.

« En cherchant à m'expliquer les difficultés que nous éprouvons, pour nos clichés à longues poses de la Carte du Ciel, à réaliser l'égalité parfaite des côtés du triangle formé par les centres des trois images de chaque étoile, j'ai été amené à m'occuper des altérations que les coordonnées rectilignes des astres photographiés subissent par suite d'un défaut de coïncidence entre le pôle instrumental et le pôle vrai.

» Pour affranchir de cette influence les coordonnées x, y d'une étoile quelconque, mesurées sur un cliché, il faut leur appliquer des corrections Δx, Δy dont les parties principales (termes du premier ordre) sont :

$$(1) \qquad \Delta x = Bx + Cy, \qquad \Delta y = B'y + C'x.$$

» Voici les expressions que j'ai obtenues pour les coefficients B, B', C, C', en n'ayant égard qu'aux seuls termes où figure le temps :

$$(2) \quad \begin{cases} B = -f_1 \cos\varphi \cos\mathfrak{D}_0 \cos H - f_2 \cos\varphi \sin H, \\ B' = -f_1 \cos\varphi \cos\mathfrak{D}_0 \cos H, \\ C = \quad (\eta \cos H - \xi \sin H) \operatorname{séc}\mathfrak{D}_0 + f_1 \cos\varphi \operatorname{tang}\mathfrak{D}_0 \sin H, \\ C' = -(\eta \cos H - \xi \sin H) \operatorname{séc}\mathfrak{D}_0 - f_1 \cos\varphi \operatorname{tang}\mathfrak{D}_0 \sin H. \end{cases}$$

» Dans ces formules, ξ et η sont les coordonnées rectangulaires du pôle instrumental dans le plan tangent à la sphère céleste au pôle vrai; $\mathfrak{D}_0$ est la déclinaison du centre du cliché; H l'angle horaire de ce centre à l'instant où la photographie est obtenue; φ est la latitude du lieu;

f_1 et f_2 désignent respectivement la flexion du tube de la lunette et celle de l'axe de déclinaison.

» Les facteurs C et C′ ayant des valeurs égales et de signe contraire, les termes Cy et $C'x$ des corrections (1) correspondent à un *changement d'orientation* de la plaque, les termes Bx et $B'y$, qui dépendent des flexions seules, expriment *un changement de distance* ou *d'échelle*. De ces deux effets, le premier est certainement le plus sensible; il s'explique aisément. Les deux grands cercles qui se coupent au point $(\mathcal{A}_0, \mathcal{D}_0)$ de la sphère céleste, et qui passent l'un par le pôle instrumental, l'autre par le pôle vrai, font entre eux un angle variable Δi fonction de l'angle horaire H, et dont l'expression, immédiatement fournie par le triangle ayant pour sommets le pôle instrumental, le pôle vrai et le point $(\mathcal{A}_0, \mathcal{D}_0)$, est la suivante :

$$(3) \qquad \Delta i = p \sin(H - \theta) \operatorname{séc} \mathcal{D}_0,$$

où p désigne la distance polaire et θ l'angle horaire du pôle instrumental. En posant

$$\xi = p \cos\theta, \qquad \eta = p \sin\theta,$$

on obtient

$$\Delta i = (\xi \sin H - \eta \cos H) \operatorname{séc} \mathcal{D}_0.$$

On retrouve ainsi, au signe près, la partie des coefficients C et C′ indépendante de la flexion de la lunette.

» Puisque l'angle Δi est fonction du temps, on doit pouvoir mettre sa variation en évidence en comparant les différences d'abscisses ou d'ordonnées pour un certain nombre d'étoiles photographiées sur une même plaque dans deux angles horaires différents. La variation de Δi entre les deux poses devra être

$$(4) \qquad \Delta i_2 - \Delta i_1 = p \operatorname{séc} \mathcal{D}_0 \sin\tfrac{1}{2}(H_2 - H_1) \cos\left(\frac{H_2 + H_1}{2} - \theta\right);$$

nulle pour $\frac{H_2 + H_1}{2} = \theta \pm 90°$, elle atteint sa plus grande valeur absolue pour $\frac{H_2 + H_1}{2} = \theta$, ou pour $\frac{H_2 + H_1}{2} = 180° + \theta$.

» On vérifie aisément, par l'expérience, la relation (4), comme nous l'avons fait pour l'équatorial photographique de l'Observatoire d'Alger, après avoir déterminé, pour cet instrument, les constantes p et θ. Mais il y a ici à faire une remarque fort importante : la réfraction différentielle qu'il faut appliquer aux coordonnées mesurées doit être complète, c'est-à-dire

contenir les termes qui affectent la forme d'un changement d'orientation et que, pour ce motif, nous laissons, à l'ordinaire, englobés dans la valeur de l'orientation calculée à l'aide de nos étoiles de repère.

» La variation dont la formule (4) exprime l'effet reste proportionnelle au temps pendant plus de 1 heure; cela ne veut pas dire qu'il soit permis, pour un intervalle d'une telle durée, de réduire deux images ou deux groupes d'images d'une même étoile, à l'aide d'un seul système d'éléments. Pendant 1 heure, en effet, et même pendant une durée beaucoup moindre, d'autres variations instrumentales peuvent se produire qui font que les moyennes $\frac{1}{2}(x_1 + x_2)$ et $\frac{1}{2}(y_1 + y_2)$ ne représentent pas réellement le point du cliché où l'image se serait formée à l'instant moyen $\frac{1}{2}(t_1 + t_2)$. Il est évident qu'on s'affranchit complètement des influences de ce genre en déterminant un système d'éléments distinct pour chacun des groupes d'images. Mais on peut aussi, comme contrôle, essayer de rattacher les deux groupes l'un à l'autre en appliquant aux différences $x_2 - x_1$ et $y_2 - y_1$, qui leur correspondent, des corrections

$$\Delta x_2 - \Delta x_1 = bx + cy, \qquad \Delta y_2 - \Delta y_1 = b'y + c'x.$$

» Ici, x et y désignent les moyennes $\frac{1}{2}(x_1 + x_2)$ et $\frac{1}{2}(y_1 + y_2)$, et voici les expressions complètes des coefficients b, b', c, c', en admettant qu'aucune autre influence n'est entrée en jeu que celle des constantes de l'équatorial (flexions comprises) et celle de la réfraction. Si l'on pose :

$$\begin{aligned}
K &= (59'',225 - 0'',066 \operatorname{tang}^2\zeta) \sin 1'', \\
\frac{dK}{d\zeta} &= - 0'',132 \operatorname{tang}\zeta \operatorname{s\acute{e}c}^2\zeta \sin 1'', \\
\rho &= K + K \operatorname{tang}^2\zeta \sin^2 q + \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang}\zeta \sin^2 q, \\
\rho' &= K + K \operatorname{tang}^2\zeta \cos^2 q + \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang}\zeta \cos^2 q, \\
\frac{1}{2}\omega &= K \operatorname{tang}^2\zeta \sin q \cos q + \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang}\zeta \sin q \cos q, \\
r &= - K \operatorname{tang}\zeta \sin q \cos q \operatorname{tang}\varpi_0,
\end{aligned}$$

on aura, après avoir multiplié K et $\frac{dK}{d\zeta}$ par le facteur thermo-barométrique applicable à chaque groupe,

$$\begin{aligned}
b &= -(B_2 - B_1 + \rho_2 - \rho_1) & c &= -(C_2 - C_1 + \tfrac{1}{2}\omega_2 - \tfrac{1}{2}\omega_1 + r_2 - r_1), \\
b' &= -(B'_2 - B'_1 + \rho'_2 + \rho'_1) & c' &= -(C'_2 - C'_1 + \tfrac{1}{2}\omega_2 - \tfrac{1}{2}\omega_1 - r_2 + r_1).
\end{aligned}$$

» Dans ces formules, et pour chacun des deux groupes, ζ désigne la distance zénithale et q l'angle parallactique du centre de la plaque; $\rho x + \frac{1}{2}\omega y$ et $\rho' y + \frac{1}{2}\omega x$ expriment les effets de la réfraction différentielle sur les abscisses et sur les ordonnées; ry et $-rx$ sont les *termes complémentaires* de la réfraction différentielle, mentionnés plus haut. Enfin, les expressions de B_1, B'_1, C_1, C'_1 et B_2, B'_2, C_2, C'_2 sont fournies par les formules (2) pour chacun des angles horaires H_1 et H_2 correspondant aux deux groupes considérés. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur quelques systèmes orthogonaux et leur application au problème de la déformation du paraboloïde de révolution.* Note de M. DE TANNENBERG.

« Je me propose, dans cette Note, de définir un ensemble de deux systèmes orthogonaux du plan, qui m'a permis d'obtenir, sous une forme très simple, l'expression des coordonnées d'un point d'une surface quelconque applicable sur le paraboloïde de révolution.

» 1. Considérons dans le plan deux systèmes orthogonaux donnant lieu aux identités

$$dx^2 + dy^2 = h^2\,du^2 + k^2\,dv^2,$$
$$d\zeta^2 + d\eta^2 = \alpha^2\,du^2 + \beta^2\,dv^2,$$

et soient $\left(\varphi, \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$ les angles avec une direction fixe des tangentes aux lignes orthogonales qui se croisent au point (x, y). Désignons par $\left(\psi, \psi + \frac{\pi}{2}\right)$ les angles analogues pour le point (ζ, η). Supposons maintenant les deux systèmes liés de telle manière que (α, β, h, k) forment une solution du système linéaire aux différentielles totales

$$\text{(I)} \qquad \begin{cases} d\alpha - \beta\,d\varphi = h\,du, & dh - k\,d\psi = \alpha\,du, \\ d\beta + \alpha\,d\varphi = k\,dv, & dk + h\,d\psi = \beta\,dv, \end{cases}$$

qui est *complètement intégrable*, si, comme nous le supposerons,

$$\frac{\partial\varphi}{\partial u} + \frac{\partial\psi}{\partial v} = 0, \qquad \frac{\partial\varphi}{\partial v} + \frac{\partial\psi}{\partial u} = 0,$$

ou

$$\varphi + \psi = F(u - v), \qquad \varphi - \psi = G(u + v).$$

» Laissant de côté l'interprétation géométrique du système (I), je ferai remarquer d'abord que toute solution (α, β, h, k) satisfait à l'identité

$$h^2 + k^2 - \alpha^2 - \beta^2 = \text{const.}$$

» En second lieu, à toute solution telle que

$$h^2 + k^2 - \alpha^2 - \beta^2 = 1$$

correspond un système fondamental de solutions tel que

$$h_n^2 + k_n^2 - \alpha_n^2 - \beta_n^2 = 1,$$
$$h_n h_m + k_n k_m - \alpha_n \alpha_m - \beta_n \beta_m = 0,$$

où

$$m = 0, 1, 2, 3, \quad n = 0, 1, 2, 3, \quad \alpha_0 = \alpha, \quad \beta_0 = \beta, \quad h_0 = h, \quad k_0 = k.$$

» On voit que les fonctions

$$i\alpha_n, \quad i\beta_n, \quad h_n, \quad k_n \qquad (n = 0, 1, 2, 3)$$

sont les coefficients d'une *substitution linéaire orthogonale* dans l'espace à quatre dimensions.

» 2. L'application que j'ai en vue aujourd'hui repose sur ce fait que l'expression $(h\alpha_n\, du + k\beta_n\, dv)$ est une différentielle exacte :

$$h\alpha_n\, du + k\beta_n\, dv = d\theta.$$

» En particulier, pour $n = 0$,

$$h\alpha\, du + k\beta\, dv = \tfrac{1}{2}d(h^2 + k^2) = \tfrac{1}{2}d(\alpha^2 + \beta^2).$$

» Ceci posé, considérons les trois fonctions X, Y, Z,

$$\text{(II)} \qquad \begin{cases} h\alpha_1\, du + k\beta_1\, dv = i\, dX, \\ h\alpha_2\, du + k\beta_2\, dv = i\, dY, \\ h\alpha_3\, du + k\beta_3\, dv = i\, dZ. \end{cases}$$

Il est clair que

$$dX^2 + dY^2 + dZ^2 = h^2\, du^2 + k^2\, dv^2 + (h\alpha\, du + k\beta\, dv)^2;$$

or le second membre est le carré de l'élément linéaire du paraboloïde de révolution

$$\text{(P)} \qquad 2z = x^2 + y^2,$$

quand on prend u et v comme variables indépendantes. Les formules (II) font donc correspondre à chaque système (α, β, h, k) une surface applicable sur le paraboloïde P. Comme le système (I) dépend de la fonction φ, qui n'est assujettie qu'à la condition

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial u^2} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial v^2} = 0,$$

on prévoit que le procédé que je viens d'indiquer permet d'obtenir toutes les surfaces applicables sur le paraboloïde P. J'établirai ce point d'une manière rigoureuse dans un Mémoire qui paraîtra prochainement. Je montrerai également les relations entre les résultats qui précèdent et les recherches connues sur la déformation des surfaces (voir, à ce sujet, les Tomes III et IV de la *Théorie des surfaces* de M. G. Darboux). Je termine en faisant la remarque suivante :

» Soit S la surface applicable sur le paraboloïde P et correspondant à la solution (α, β, h, k). Le système conjugué commun aux surfaces S et P est formé par les lignes

$$u = \text{const.}, \qquad v = \text{const.}$$

» Enfin les lignes asymptotiques de S sont définies par les équations

$$u \pm v = \text{const.} \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de transformations des équations aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. **J. Clairin**, présentée par M. É. Picard.

« Les équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes les plus simples sont les équations de Monge-Ampère; le théorème suivant, dont la démonstration paraîtra prochainement dans le *Bulletin de la Société mathématique,* permet, dans des cas étendus, de ramener à une équation de Monge-Ampère une équation plus compliquée.

» Supposons qu'une équation aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes,

$$(1) \qquad F(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0,$$

admette deux transformations infinitésimales de contact (θ) et (θ_1), qui

engendrent un groupe (g), et désignons par $\varphi_1(x, y, z, p, q)$, $\varphi_2(x, y, z, p, q)$, $\varphi_3(x, y, z, p, q)$ les trois invariants du premier ordre de (g), les équations

$$(\alpha) \quad x' = \varphi_1(x, y, z, p, q), \quad y' = \varphi_2(x, y, z, p, q), \quad z' = \varphi_3(x, y, z, p, q)$$

font correspondre à chaque intégrale de (1) une surface (S'); ces surfaces (S') sont les intégrales d'une équation du second ordre linéaire par rapport aux dérivées secondes ([1]). A toute intégrale de cette dernière équation correspondent ∞^2 intégrales de l'équation donnée que l'on peut déterminer par l'intégration d'équations différentielles ordinaires; dès que l'on en connaît une, on obtient toutes les autres en appliquant à cette intégrale les transformations du groupe (g).

» Il y a exception si l'équation donnée admet un groupe d'ordre infini de transformation de contact qui possède trois invariants du premier ordre. En opérant comme il vient d'être expliqué, on trouve une équation du premier ordre dont chaque intégrale correspond à ∞^∞ intégrales de la proposée.

» Si l'équation (1) possède un système de caractéristiques du premier ordre, la transformation (α) équivaut au produit de deux transformations de Bäcklund. »

HYDROLOGIE. — *Sur la prévision des débits minima des sources de la Vanne.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Georges Lemoine.

« On sait, d'après la loi connue de Dausse, que, dans le bassin de la Seine, où dominent les terrains perméables, les pluies d'été, en général, ne profitent presque pas aux cours d'eau et aux sources profondes. Leur débit minimum, qui a lieu généralement dans le dernier trimestre de chaque année, doit donc dépendre surtout de l'état des nappes souterraines au début de l'hiver précédent et des pluies de cet hiver. Il semble dès lors qu'on puisse, au commencement du mois de mai de chaque année, formuler une prévision pour le débit des sources du bassin de la Seine dans le courant du deuxième semestre suivant.

» Ces règles ont servi à diverses reprises à Belgrand, M. G. Lemoine et

---

([1]) Le cas où (θ) et (θ_1) sont permutables a été considéré par M. Bäcklund (*Mathematische Annalen*, t. XV, 1879).

leurs collaborateurs, à prévoir (¹) surtout les débits remarquablement bas : mais il ne semble pas qu'on ait cherché à faire ce qui a été fait pour la prévision des crues, c'est-à-dire à établir des graphiques ou des formules permettant de faire dans tous les cas l'annonce du débit minimum. Ce serait cependant une vérification remarquable de la loi de Dausse.

» Parmi les sources les plus importantes de la Vanne, Cérilly, Armentières et Drains, Chigy et le Maroy, Drains du Miroir, nous avons étudié à ce point de vue les deux premières, les plus hautes, les variations du débit minimum des deux dernières, les plus basses, étant relativement faibles.

» I. — Depuis 1886, les débits moyens mensuels minima de ces sources, généralement réalisés dans le dernier trimestre de chaque année, sont liés par une relation approximative de la forme

$$Y = 1,52\,X + 158^{l},8,$$

où Y est le débit en litres par seconde de Cérilly, X celui d'Armentières et Drains. Pour des valeurs de Y variant de 253^{l} à 411^{l}, l'erreur ne dépasse pas $\frac{1}{10}$.

» II. — D'autre part, nous avons admis, entre les débits minima z, y de deux années consécutives a, a' et la hauteur x de pluies (du 1er novembre au 30 avril) de la saison froide $(a - a')$ à Troyes (²), l'existence d'une relation approximative de la forme $z = f(x, y)$, et nous avons construit les courbes $f(x, y) = z =$ const. à l'aide du résultat des années 1884 à 1902.

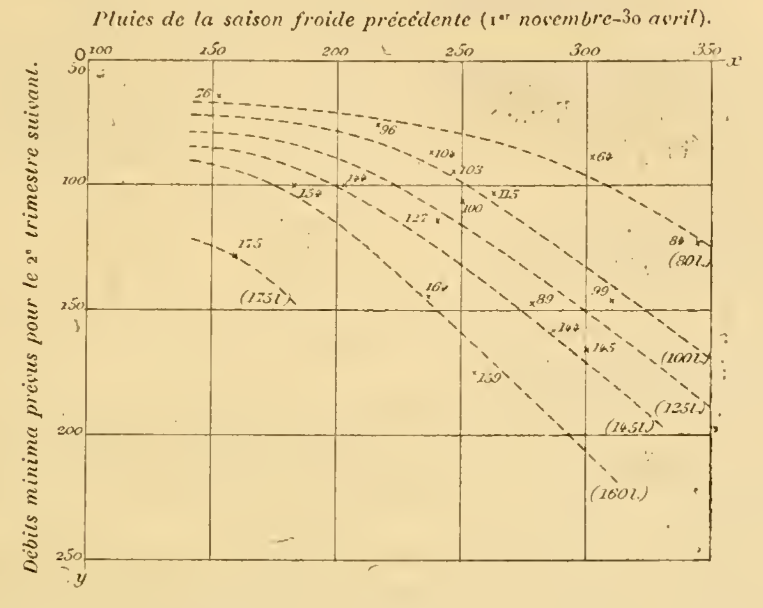
» Le graphique ci-après montre que, sauf pour l'année 1897, la loi obtenue est très régulière.

» Ce graphique s'explique suffisamment si l'on admet qu'à chaque valeur de x correspond un débit minimum déterminé D_x qui tend à se réaliser lorsque x reste le même au moins deux années de suite; quand la différence $(y - z)$ est faible, y est toujours très voisin de D_x; quand $(y - z)$ est fort en valeur absolue, $(D_x - y)$ est de même signe que $(y - z)$ et peut en différer plus ou moins. Ainsi, quand une saison froide pluvieuse succède à une saison froide sèche, une partie de l'eau tombée peut servir à rétablir l'imbibition du sol; dans le cas inverse (cas des années 1873

(¹) *Annales des Ponts et Chaussées*, 25 juin 1870; *Comptes rendus*, 1er juin 1874, par exemple.

(²) Troyes n'est distant des deux sources en question que d'environ 30^{km}.

et 1897), cette imbibition peut servir à conserver le débit à un chiffre supérieur au débit D_x correspondant au total de pluies de la saison froide précédente ([1]).



Les valeurs de z correspondant à chaque courbe sont indiquées entre parenthèses.

» Aujourd'hui, d'après les totaux de pluie de la saison froide 1901-1902 (234^{mm} à Troyes, 289^{mm} à Sens) on peut prévoir que les débits moyens mensuels minima des deux sources précitées, pendant le deuxième semestre de 1902, pourront s'abaisser à environ 100^l à 110^l pour Cérilly et 320^l pour Armentières et Drains. »

([1]) On possède les débits minima de Cérilly et les totaux de pluie à Troyes depuis 1872 au moins. Si l'on en tient compte dans le graphique précédent, en éliminant 2 ou 3 années dont les totaux de pluie paraissent peu exacts, on a des résultats analogues. Le minimum exceptionnellement bas de 1874 se place bien dans le graphique (débit réel 72^l, débit prévu 80^l).

On peut aussi essayer de remplacer les pluies à Troyes par les pluies à Sens, qui n'est qu'à 30^{km} de Cérilly, à l'embouchure de la Vanne. Ce graphique permet, avec moins de précision, de faire les annonces, l'erreur maxima ne dépassant pas en général 30^l; il peut servir de contrôle à l'autre graphique.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le spectre continu des étincelles électriques.* Note de M. B. **Eginitis**, présentée par M. J. Violle.

« 1. Le spectre des étincelles électriques ordinaires jaillissant entre deux électrodes métalliques est accompagné d'un spectre continu dont l'intensité est en général très faible par rapport à l'intensité des raies.

» Ce spectre continu est ordinairement uniforme presque partout le long de l'étincelle. Au contraire, son intensité n'est pas la même dans les différentes régions du spectre.

» Sauf ce spectre continu ordinaire, on en voit rarement apparaître un autre instantané et très étroit doué d'une intensité comparable ou supérieure à celle des raies.

» Le spectre continu ordinaire dans les mêmes conditions varie avec la nature du métal dont les pôles sont constitués. Le fer, le cobalt, le nickel, le manganèse, le magnésium sont parmi les métaux dont le spectre continu est très intense.

» 2. L'intensité du spectre continu ordinaire dépend de la valeur de la self-induction du circuit de décharge. Quand la self-induction augmente, le spectre continu diminue d'intensité avec une vitesse qui dépend du métal des électrodes. Cette variation est très rapide pour les métaux plomb et mercure, tandis que pour les métaux fer, nickel, cobalt, magnésium, elle est beaucoup plus lente.

» Si la self-induction prend des valeurs de plus en plus grandes, l'intensité du spectre continu ordinaire diminue de plus en plus et, à la fin, les raies existent sur un fond absolument obscur.

» Pour tous les métaux examinés, le spectre continu s'élimine complètement pour des valeurs convenables de la self-induction, qui sont en général très petites.

» 3. D'après Cazin, la production du spectre continu ordinaire est due aux particules incandescentes arrachées aux pôles. Si l'on remarque que, d'une part, les métaux dont le spectre continu est très intense sont justement, comme nous l'avons vérifié par un examen microscopique, les métaux qui donnent un très grand nombre de particules incandescentes (fer, nickel, cobalt, manganèse), tandis que, pour les autres métaux, elles sont beaucoup moins nombreuses; et que, d'autre part, dans le cas de l'augmentation de la self-induction, les particules deviennent de plus en

plus rares, cette opinion de Cazin nous paraît comme une des excuses probables de ce phénomène.

» L'existence de ces particules peut expliquer aussi les spectres continus instantanés que nous avons cités au commencement.

» Enfin nous ajoutons que quelquefois le spectre continu est très intense au voisinage des électrodes, surtout quand ces électrodes sont des fils plus ou moins fins ; ce renforcement provient de l'incandescence des extrémités des pôles. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une perturbation magnétique observée le* 8 *mai.* Note de M. TH. MOUREAUX, présentée par M. Mascart.

« Le tremblement de terre du 6 mai n'a pas eu d'action sensible sur l'enregistreur magnétique du Val-Joyeux, ni sur celui de Perpignan où les secousses ont été ressenties.

» La catastrophe de la Martinique paraît avoir eu lieu le 8 mai vers 8^h du matin, heure correspondant à midi 14^m, temps moyen de Paris. Elle ne semble pas avoir agi sur le baromètre, comme l'éruption du Krakatoa.

» A l'Observatoire du Val-Joyeux, près de Saint-Cyr, une perturbation magnétique s'est manifestée à midi 6^m et a continué jusqu'à 8^h du soir, affectant surtout la composante horizontale. Il sera intéressant de rechercher si le même phénomène a été constaté dans d'autres observatoires et s'il est en rapport avec l'éruption de la Martinique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la pluie d'encre du* 7 *mai* 1902. Note de TH. MOUREAUX, présentée par M. Mascart.

« Le mercredi 7 mai, un courant général de Nord soufflait sur la France entière; dans les différentes stations météorologiques de Paris et de la banlieue, le vent était extrêmement faible et sans direction bien déterminée. A 11^h du matin, d'épais cumulo-nimbus obscurcissaient le ciel à l'Observatoire du Parc Saint-Maur; bientôt survenait une averse de $1^{mm},1$. L'eau recueillie à midi au pluviomètre avait une teinte noirâtre nettement caractérisée.

» Je me suis assuré, de divers côtés, que l'eau tombée des toits, lavés par les pluies fréquentes des jours précédents, avait également la même

teinte, ainsi que les flaques d'eau dans les rues; du linge blanc, étalé au dehors, présentait la même particularité.

» Cette *pluie d'encre* n'a pas été localisée sur l'Observatoire et son voisinage immédiat; il est difficile d'en préciser les limites, mais j'ai pu constater que le phénomène s'est étendu au moins sur une zone de 3^{km} de long sur 2^{km} de large, embrassant les quartiers de la Varenne, d'Adamville et du Parc. Dans les réservoirs privés recevant exclusivement l'eau de pluie pour l'alimentation, notamment à Adamville, la surface était recouverte d'une écume franchement noire, assez abondante pour qu'il ait été possible d'en recueillir; le résidu de cette écume, obtenu par vaporisation de l'eau, est une poudre noire d'une extrême ténuité, ayant l'aspect de charbon pulvérisé.

» Ce phénomène est assez rare; c'est la première fois qu'il est observé ici depuis la création de la station météorologique en 1873. On l'attribue généralement aux poussières projetées dans l'atmosphère, soit par un incendie, soit par d'autres causes; ces poussières, qui peuvent être transportées loin de leur lieu d'origine dans les couches inférieures, sont saisies et précipitées au sol par les gouttes de pluie.

» Il est possible que ces parcelles charbonneuses proviennent d'un incendie qui se serait produit à Bondy, à 5^{km} au nord du Parc Saint-Maur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les conditions de formation et de stabilité des hydrures et azotures alcalino-terreux.* Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. Moissan.

« Lorsque l'on suit, pour la préparation de l'hydrure de strontium, la méthode que j'ai indiquée [1], c'est-à-dire lorsque l'on chauffe l'alliage cadmium-strontium en présence d'hydrogène dans un espace fermé et muni d'un manomètre à mercure, on observe différentes particularités. L'absorption de l'hydrogène par l'alliage commence vers 340°; lente à cette température, elle devient rapide à partir de 380°. Si l'on élève la température progressivement jusqu'à 470°, on observe une augmentation de pression dans l'appareil; le mercure descend dans le tube barométrique, et le dégagement gazeux continue ainsi jusque vers 570°. A partir de cette température, une nouvelle absorption d'hydrogène se produit et enfin à 675° l'hydrure commence à se dissocier.

» J'ai d'abord pensé que la première absorption d'hydrogène, suivie

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 100.

d'un dégagement du même gaz, pourrait être attribuée à la présence du cadmium, qui serait peut-être susceptible de former un hydrure facilement dissociable, mais j'ai vérifié que le cadmium pur, chauffé progressivement jusqu'à 500° dans le même appareil, n'absorbait pas d'hydrogène lorsqu'on le maintenait en présence de ce gaz.

» Les variations de pression observées ne pouvaient plus alors être attribuées qu'à la formation et à la dissociation d'un hydrure plus riche en hydrogène que SrH^2, tel que SrH^4, ou bien à la condensation par l'hydrure SrH^2 d'une certaine quantité d'hydrogène. Pour résoudre la question, nous avons fait des mesures du volume d'hydrogène absorbé ou dégagé aux différentes températures.

» Un certain poids de l'alliage cadmium-strontium ayant été introduit dans le tube de porcelaine de l'appareil, on l'y a chauffé, dans l'hydrogène, à 380°, jusqu'à ce qu'il n'y eût plus d'absorption appréciable de gaz. Le volume d'hydrogène absorbé, ramené à 0° et 760mm, fut de 211cm³,8. Puis la température fut élevée jusqu'à 500°, et il se dégagea un volume d'hydrogène qui, mesuré dans les mêmes conditions de température et de pression, était de 79cm³,5. On remplit à nouveau l'appareil d'hydrogène et l'on en éleva la température jusqu'à 600°; celle-ci fut maintenue pendant 8 heures pour éliminer complètement le cadmium, puis on laissa refroidir.

» La nacelle remplie d'hydrure de strontium SrH^2 ainsi séparé du cadmium fut alors transportée dans le tube dépourvu de cadmium d'un autre appareil analogue au premier et mise à nouveau en présence d'hydrogène. L'absorption de l'hydrogène commença alors dès la température ordinaire; après 36 heures elle était d'environ 200cm³. En même temps la plaque de verre placée comme fermeture à l'une des extrémités du tube permet de reconnaître que l'hydrure SrH^2, qui y avait été introduit à l'état pulvérulent, s'est gonflé au point de sortir de la nacelle qui le contenait. Si l'on vient à faire le vide, ou bien si l'on élève la température seulement vers 70° à 80°, de l'hydrogène se dégage à nouveau. Après refroidissement, l'hydrure absorbe encore de l'hydrogène, mais ces variations répétées de température diminuent assez rapidement son pouvoir absorbant pour l'hydrogène. Dans aucun cas nous n'avons observé de relation simple entre le volume d'hydrogène absorbé pour former SrH^2 et celui que cet hydrure peut ensuite fixer. C'est donc à une condensation de l'hydrogène par l'hydrure SrH^2, et non à la formation d'un autre hydrure plus riche, qu'il faut attribuer les particularités observées.

» On retrouve, dans la formation de l'hydrure de baryum, à partir de l'alliage cadmium-baryum, identiquement les mêmes particularités.

» L'absorption de l'hydrogène par le baryum contenu dans l'alliage commence vers 350°. Si l'on élève ensuite lentement la température, à partir d'un certain moment de l'hydrogène se dégage, puis une nouvelle absorption se produit vers 570°, température à laquelle le cadmium de l'alliage distille assez rapidement, et enfin à 675°

l'hydrure de baryum commence à se dissocier. L'hydrure de baryum non fondu, obtenu vers 570°, a, comme celui de strontium, la curieuse propriété d'absorber, dès la température ordinaire, de notables quantités d'hydrogène, avec cette seule différence que, aussi bien à la température ordinaire qu'à température plus élevée, l'absorption de l'hydrogène se fait beaucoup plus lentement dans le cas du baryum que dans celui du strontium.

» Au contraire, l'hydrure de calcium ne paraît pas susceptible de condenser l'hydrogène à aucune température.

» Lorsqu'on chauffe progressivement l'alliage cadmium-calcium en présence d'hydrogène dans un espace fermé, on voit la pression diminuer d'une manière régulière sans observer à aucun moment d'augmentation de pression, jusqu'à ce qu'on arrive à sa température de dissociation, qui est aussi de 675° environ. L'hydrure, débarrassé du cadmium à 570°, n'absorbe pas d'hydrogène à la température ordinaire, comme le font ceux de strontium et de baryum.

» Ainsi, l'absorption de l'hydrogène par les trois métaux alcalino-terreux commence à peu près à la même température pour les alliages de cadmium de même teneur, et cette température s'abaisse quand la proportion du métal alcalino-terreux contenu dans l'alliage augmente. Les hydrures formés, tout en étant beaucoup plus stables que ceux des métaux alcalins, sont cependant dissociables. Pour tous trois la dissociation commence sensiblement à la même température, que mes expériences fixent à 675°, et le dédoublement de l'hydrure s'accentue rapidement à mesure que la température s'élève.

» Bien que l'équilibre qui tend à s'établir alors entre l'hydrogène, le métal et l'hydrure ne puisse nullement être assimilé à celui d'un système hétérogène, il serait très intéressant de connaître les pressions de l'hydrogène dégagé dans la dissociation de ces différents hydrures, mais l'appareil dans lequel nous avons comparé la formation de ces hydrures, de même que les appareils analogues, ne permet pas sous ce rapport de faire des mesures exactes en raison de la volatilité des métaux alcalino-terreux et de la non-uniformité de la température aux différents points de l'appareil. On n'arrive jamais à retrouver les mêmes nombres dans des expériences effectuées dans des conditions en apparence identiques. Aussi les nombres ainsi trouvés ne sauraient avoir aucune valeur, pas plus que les résultats numériques que l'on pourrait être tenté d'en déduire.

» A la stabilité de ces hydrures alcalino-terreux se rattache la possibilité de leur décomposition par l'azote avec formation d'azotures correspondants. En partant des mêmes alliages du cadmium avec les trois métaux

alcalino-terreux, j'ai pu vérifier que ces métaux ne se combinent à l'azote qu'à une température beaucoup plus élevée que pour l'hydrogène, et que les azotures formés sont beaucoup plus stables que les hydrures. L'absorption de l'azote ne commence guère qu'à 600°, et l'azoture formé est indécomposable à 1000°, température à laquelle les hydrures sont très fortement dissociés.

» Si, au lieu de partir des alliages, on met l'azote en présence des hydrures, on constate que, à froid, les hydrures de baryum et de strontium condensent une certaine quantité d'azote, comme ils le font pour l'hydrogène. Vers 600°, l'hydrogène de ces deux hydrures est partiellement déplacé par l'azote ; mais, pour le calcium, la transformation de l'hydrure en azoture n'a lieu que vers 700°, c'est-à-dire au-dessus de la température de dissociation de l'hydrure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'anthraquinone obtenus dans l'action du bioxyde de sodium sur les aloïnes et leurs produits halogénés.* Note de M. E. **Léger**, présentée par M. H. Moissan.

« *Action de* Na^2O^2 *sur la barbaloïne et l'isobarbaloïne.* — Si l'on projette Na^2O^2 dans une solution d'aloïne maintenue sur le bain-marie, une réaction vive se déclare et le liquide prend une coloration rouge foncé. Le produit précipité par HCl ou SO^4H^2 dilué est purifié par des cristallisations successives dans le toluène et l'alcool méthylique. De ce dernier solvant, il se dépose en aiguilles jaune orangé, brillantes, anhydres, peu solubles, possédant tous les caractères de l'aloémodine de MM. Tschirch [1] et OEsterle [2].

» La composition [3] est la même, qu'il provienne de l'une quelconque des deux aloïnes. Dans un cas, il fond à 224°,5-225°,5 (corrigé); dans l'autre, à 224° (corrigé). Il y a donc identité entre les produits des deux origines.

» Bien que ce corps présente la composition d'une trioxyméthylanthraquinone, il n'a fourni à M. OEsterle qu'un dérivé diacétylé. Il était donc intéressant de rechercher si le corps examiné renfermait 2 ou 3 OH. Cette

---

(1) *Berichte der d. pharm. Gesell.*, t. VIII, p. 174.

(2) *Archiv der Pharm.*, 1899, p. 81.

(3) Nous publierons ailleurs les analyses de tous les corps décrits dans cette Note.

recherche n'est guère possible en opérant sur l'émodine, mais elle devient réalisable si l'on s'adresse à son dérivé tétrachloré. Celui-ci donne un éther triacétique, ce qui établit l'existence de 3OH dans ce corps et, par suite, dans l'émodine non chlorée. On peut donc représenter le produit d'oxydation des aloïnes par la formule suivante :

```
                              OH
                              |
          CH       CO         C
        //  8 \  /    \  /  1  \\
     HC 7      C        C        2 CH
       |       ||       ||         |
OH — C 6       C        C        3 C — CH³.
        \\  5 /  \    /  \  4  //
          CH       CO         C
                              |
                              OH
```

» La position des groupes substitués n'est pas établie avec certitude; cependant deux des OH (1 — 6) doivent occuper les mêmes positions que dans la chrysasine, qui est un dérivé des aloïnes. Je nommerai ce corps *méthylisoxychrysasine*, car il ne dérive pas de l'oxychrysasine déjà connue, laquelle doit avoir ses OH dans les positions 1-5-6. Chauffé avec la poussière de zinc, il se change en un carbure fusible à 208°,7 (corrigé) qui, oxydé par CrO^3, donne de l'acide anthraquinonecarbonique, transformable lui-même en anthraquinone fusible à 273°.

» *Action de* Na^2O^2 *sur la chlorobarbaloïne, la chlorisobarbaloïne et la bromobarbaloïne. — Méthylisoxychrysasine tétrachlorée* $C^{15}H^6Cl^4O^5$. — On opère comme il a été dit plus haut, mais la réaction, beaucoup plus lente, exige 8 heures. Cristallisé de l'alcool méthylique, le produit obtenu forme de fines aiguilles rouge orangé, brillantes, peu solubles, contenant H^2O. Les deux aloïnes chlorées fournissent le même corps, fusible dans un cas à 229°-231° (corrigé) et dans l'autre à 228°-230° (corrigé). Il y a donc identité entre les deux produits. Son éther triacétique s'obtient en le chauffant 100 heures à 120°-125° avec de l'anhydride acétique et un peu de chlorure d'acétyle. Cristallisé d'un mélange de chloroforme et d'acétone, il forme des aiguilles jaune pâle, longues et déliées, fusibles à 270°-271° (corrigé).

» Le dérivé bromé $C^{15}H^6Br^4O^5$, obtenu par l'action de Na^2O^2 sur la bromobarbaloïne, cristallise de l'alcool méthylique en petites aiguilles rouge-cinabre, fusibles à 264°-266° (corrigé).

» *Action de* Na^2O^2 *sur la nataloïne et l'homonataloïne.* — Le produit de

la réaction cristallise de l'alcool méthylique en longues aiguilles jaune orangé pâle, anhydres, fusibles à 238° (corrigé), sublimables. Ce dérivé, identique pour les deux aloïnes, se dissout dans les alcalis avec une coloration jaune orangé et dans SO^4H^2 concentré avec une belle coloration violette. L'analyse conduit à la formule $C^{16}H^{12}O^5$, qui peut s'écrire

```
                               OCH³
                                |
            CH     CO          C
          //  \   /  \   /  \\
OH — C          C       C        CH
        |          ||       ||        |
     HC          C       C        C — CH³
          \\  /   \   /   \  //
            CH     CO          C
                                |
                               OH
```

» La position des groupes substitués est indéterminée. Ce corps représente l'éther méthylique d'une trioxyméthylanthraquinone. Je lui donnerai le nom provisoire de *méthylnataloémodine*. Chauffé avec Zn, il donne un carbure cristallisé en lamelles à reflets verdâtres qui, oxydé par CrO^3, se change en un corps soluble dans AzH^3 dilué comme l'est l'acide anthraquinonecarbonique. Chauffé avec HCl à 170°, il se change en un composé $C^{15}H^{10}O^5$ (?), que je nommerai *nataloémodine*, cristallisant dans l'alcool méthylique en longues aiguilles rouge orangé foncé, renfermant H^2O, fusibles à 220°,5 (corrigé) au lieu de 238°, donnant avec SO^4H^2 concentré une coloration rouge-groseille et non violette, et avec NaOH une coloration violette et non rouge orangé.

» En même temps que la méthylisoxychrysasine il se forme, dans l'action de Na^2O^2 sur les aloïnes, des corps doués des propriétés des pentoses et possédant notamment le pouvoir rotatoire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel acide diméthylglutarique.* Note de M. E.-E. Blaise, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré, dans une Note précédente, que la condensation de l'éther bromoisobutyrique avec le trioxyméthylène fournit l'oxypivalate d'éthyle, bouillant à 85°-87° sous 16^{mm}.

» Celui-ci réagit sur le pentabromure de phosphore et donne le bromopivalate d'éthyle, qui bout à 83°-84° sous 20^{mm}. Le rendement en éther bromé est assez faible et ne dépasse pas 35 pour 100, fait qui tient à ce que

l'oxybromure de phosphore qui prend naissance réagit lui-même sur l'oxypivalate d'éthyle. On obtient en effet, à côté de l'éther bromé, un liquide huileux et acide qui, saponifié par la potasse, fournit le phosphate dioxypivalique

$$PO \begin{cases} O - CH^2 - C(CH^3)^2 - CO^2H \\ O - CH^2 - C(CH^3)^2 - CO^2H \\ OH \end{cases} + H^2O.$$

» Ce corps cristallise très bien dans l'éther acétique, perd à 100° sa molécule d'eau et fond anhydre à 147°; il se comporte comme triacide à la phtaléine, donne des sels bien cristallisés et présente une extraordinaire résistance à la saponification.

» J'avais pensé que le bromopivalate d'éthyle conduisait facilement à la synthèse de l'acide $\alpha\alpha$-diméthylglutarique qu'on obtient par oxydation des dérivés du camphre. En réalité, on obtient bien un acide $C^7H^{12}O^4$, mais qui est entièrement différent de l'acide diméthylglutarique du camphre.

» Cette synthèse se réalise en condensant le bromopivalate d'éthyle et le cyanacétate d'éthyle potassé, en solution dans l'alcool absolu. Il se forme ainsi un éther cyané

$$C^2H^5 - O - CO - (CH^3)^2C - CH^2 - CH(CAz)CO^2C^2H^5$$

qui bout à 166° sous 16mm. Le rendement est défectueux, et une quantité très notable de l'éther bromé n'entre pas en réaction; il est intéressant de remarquer combien le degré de substitution des atomes de carbone voisins peut influer sur l'aptitude à réagir d'une fonction dérivé halogéné même primaire. La saponification de l'éther cyané et la décomposition par la chaleur du composé malonique formé donnent un acide qui a été purifié par transformation en anhydride. On obtient ainsi un anhydride liquide, mais cristallisant par refroidissement dans le chlorure de méthyle, et bouillant à 165°-167° sous 34mm. Traité par l'aniline, cet anhydride donne un acide phénylamidé fondant à 131° et dont la déshydratation par la chaleur conduit à une phénylimide fusible à 189°. Avec la *p*.-toluidine, l'anhydride donne de même un acide *p*.-tolylamidé qui fond à 138°. Enfin, par ébullition de l'anhydride avec l'eau, on obtient un acide $C^7H^{12}O^4$ qui, purifié par cristallisation dans un mélange d'éther de pétrole et de benzène, fond à 74°-75°. Cet acide est très résistant à l'oxydation : chauffé à 115°-120° pendant 3 heures avec un mélange d'acide azotique (1 p.) et d'acide sulfurique (3 p.), il n'est pas sensiblement altéré.

» Les caractères précédents différencient complètement l'acide synthétique de celui qui dérive du camphre et de tous les acides $C^7H^{12}O^4$ connus. Comme, d'ailleurs, il est difficile de mettre en doute la constitution de l'acide diméthylglutarique du camphre, l'acide synthétique constituerait peut-être un acide $\alpha\beta$-diméthylglutarique, ce qui exigerait une transposition

moléculaire très profonde au cours des réactions. La constitution de l'acide oxypivalique étant certaine, car cet acide fournit par oxydation l'acide diméthylmalonique, celle de l'acide bromopivalique ne l'est pas moins, car cet acide, traité par les alcalis, régénère quantitativement l'acide oxypivalique, fusible à 124°; dès lors, la transposition moléculaire n'aurait pu se produire qu'au cours de la condensation du dérivé bromé avec le cyanacétate d'éthyle potassé.

» Je m'occupe de vérifier ce fait par la synthèse des acides αβ-diméthylglutariques, qui n'ont été encore obtenus qu'à l'état très impur par M. Montemartini, et si l'hypothèse d'une transposition se trouvait confirmée, cet exemple montrerait d'une façon particulièrement nette que la méthode synthétique n'apporte pas plus de certitude dans l'étude des constitutions que la méthode analytique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la menthone.* Note de M. **Georges Leser**, présentée par M. A. Haller.

« Dans divers Mémoires, publiés au *Bulletin de la Société chimique*, j'ai étudié les β-dicétones externes-internes, que l'on obtient par condensation des cétones cycliques avec l'éther acétique, et j'ai montré que les propriétés acides de ces composés, bien qu'ils ne renferment plus qu'un seul atome d'hydrogène mobile, sont en tous points comparables à celles des β-dicétones acycliques non substituées.

» On sait, d'autre part, que la méthylcyclohexanone-3 doit actuellement être considérée comme une combinaison synthétique, puisque Einhorn et Ehret en ont obtenu la forme racémique par distillation du sel de calcium de l'acide β-méthylpimélique normal, qui, lui-même, se prépare en hydrogénant l'acide dibromométacrésotinique. Or la méthyle-1 acétyle-4 cyclohexanone-3

$$\begin{array}{c} \quad\quad CH^2\ \ CO \\ CH^3-CH\langle\quad\quad\rangle CH-CO\,CH^3, \\ \quad\quad CH^2\ \ CH^2 \end{array}$$

que j'ai décrite, résulte de la condensation de la modification droite de cette cyclanone avec l'éther acétique, et elle présente un intérêt tout particulier, puisque, si l'on parvient à substituer à l'atome d'hydrogène mobile le radical isopropyle, on obtiendra l'acétylmenthone qui, par hydrolyse, devra au moins partiellement se transformer en menthone.

» Le dérivé sodé ne donnant que des résultats incertains, j'ai eu

recours au sel potassique et, quoique les rendements ne soient pas bons, j'ai pu pourtant préparer une petite quantité de dicétone isopropylée.

» Dans cette réaction avec le sel de potassium, la présence d'alcool ne semble pas être défavorable, car je n'ai constaté la formation d'aucun produit de dédoublement : 6^g de potassium sont dissous dans 60^g d'alcool absolu, puis, après refroidissement, j'ajoute 25^g d'acétylméthylcyclohexanone et un petit excès d'iodure d'isopropyle (30^g). Le tout est chauffé en vase clos, au bain-marie bouillant, pendant 3 heures : au bout de ce temps, il s'est déposé abondamment de l'iodure de potassium, et la liqueur est neutre. J'évapore alors l'alcool et je précipite par l'eau une huile qui, reprise à l'éther et lavée plusieurs fois avec de la soude caustique diluée, est finalement rectifiée sous pression réduite. Après deux distillations fractionnées, j'ai obtenu, de 133° à 135° sous 13^{mm}, un liquide d'odeur faiblement menthée qui se colore encore légèrement au contact du perchlorure de fer, ce qui indique que, malgré les traitements répétés à la soude et les rectifications, il n'a pas été possible d'éliminer complètement les dernières traces de dicétone non substituée. Les constantes physiques de l'acétylmenthone sont les suivantes :

Ébullition : 133°-135° sous 13^{mm}.

$$D_{15} = 0,967,$$

$$n_D = 1,45737.$$

» La réfraction moléculaire a été trouvée égale à 55,3 (calculé pour la forme dicétonique : 55,6).

» En traitant ce composé par la potasse méthylalcoolique, j'ai isolé quelques grammes d'une cétone bouillant exactement à 207°-208° sous pression normale, possédant l'odeur caractéristique de la menthone : le produit obtenu a été partagé en deux portions : l'une destinée à la préparation de la semi-carbazone, l'autre à celle de l'acide menthoximique. La semi-carbazone de la menthone synthétique fond à 179°-180° et donne à l'analyse les résultats correspondant à la formule $C^{11}H^{21}OAz^3$.

» L'acide menthoximique a été préparé suivant les indications d'Ad. von Baeyer et Manasse, en traitant la cétone par le nitrite d'amyle et l'acide chlorhydrique; après cristallisation dans l'alcool aqueux, le point de fusion en a été trouvé à 98°-99°, et l'analyse a fourni les chiffres correspondant à $C^{10}H^{19}O^3Az$.

» Je continue l'étude de cette menthone synthétique. »

GÉOLOGIE. — *Sur la composition et l'âge des terrains métamorphiques de la Crète.* Note de M. L. Cayeux, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Je rappellerai plus tard la part glorieuse qui revient aux savants français dans l'étude de la géologie de l'Orient, et les différentes opinions qui ont été formulées sur la position stratigraphique des terrains métamor-

phiques de cette région. La question de l'âge de ces terrains n'est pas encore sortie du domaine de l'hypothèse, malgré les importants travaux qui ont été consacrés à la Grèce et à l'Archipel, depuis une dizaine d'années. C'est ce problème qui a le plus sollicité mon attention, au cours de la première mission que j'ai faite en Orient l'année dernière, avec M. Ed. Ardaillon. L'exposé de la solution qui paraît s'imposer fait le principal objet de cette Note.

» Composition de la série métamorphique de la Crète occidentale. — Les terrains métamorphiques de la Crète occidentale forment une série puissante, d'environ 3000^m, comprenant des roches de nature très diverse, groupées sous le nom de *Talcschistes* et rapportées aux *terrains primitifs* par M. Raulin. On peut y distinguer les termes suivants, à partir de la base :

» *Gypse* (200^m). — L'assise la plus inférieure visible est une masse de gypse blanc, non stratifié, finement saccharoïde, affleurant sur une grande surface sur la côte ouest.

» *Dolomies et cargneules* (400^m-500^m). — Le gypse est surmonté par une dolomie grise, cristalline, pulvérulente ou cohérente, compacte ou caverneuse, quelquefois bréchoïde et rarement oolithique.

» *Calcaires phylliteux*. — Les couches immédiatement supérieures aux dolomies ont une composition variable suivant les points. Elles sont toujours plus ou moins calcaires, et parfois elles le sont essentiellement, comme dans le Sud-Ouest, où elles constituent une série calcaréo-phylliteuse qui atteint, par exception, 500^m de puissance. Cette assise est alors caractérisée par une alternance régulière de bancs de calcaire phylliteux et de lits de schistes satinés. Les calcaires sont toujours métamorphisés; il en est qui sont à peine cristallins et qui renferment encore des organismes microscopiques. Des recherches persévérantes permettent toujours de trouver des fossiles dans ces calcaires.

» *Quartzites et schistes phylliteux inférieurs* (600^m).

» *Cipolins et poudingues* (400^m-500^m). — L'un des traits les plus caractéristiques des terrains métamorphiques de l'Ouest est formé par une grande masse de cipolins, surmontés par 200^m de poudingues à galets de quartzites (anagénites de M. Raulin).

» *Quartzites et schistes phylliteux supérieurs*.

» *Phyllades noirs* fossilifères. Les deux derniers termes réunis mesurent au moins 600^m.

» Cette série, formée d'assises concordantes, est loin d'être rigoureusement la même partout, par suite notamment de l'allure lenticulaire des cipolins et des conglomérats, et de l'intensité variable du métamorphisme.

» Caractères du métamorphisme. — La cristallinité des dépôts n'est pas régulièrement décroissante de la base au sommet, et l'intensité de leur métamorphisme est indépendante de leur niveau. Parmi les exemples que je pourrais invoquer pour appuyer cette observation, je citerai les suivants :

» 1. Certains calcaires phylliteux diffèrent à peine des calcaires pri-

maires du nord de la France, et renferment encore des organismes microscopiques, tandis que les cipolins qui appartiennent à un niveau beaucoup plus élevé sont très largement cristallisés.

» 2. Sur la côte ouest, il existe des schistes relativement peu métamorphiques dans la série des quartzites et schistes inférieurs; les poudingues ne renferment que des galets non déformés, souvent dégagés de la roche. On trouve sur la côte nord, dans l'assise des quartzites et schistes inférieurs, et au voisinage des cipolins, de beaux micaschistes feldspathiques à très grands cristaux; les poudingues sont transformés en conglomérats très cristallins, à galets déformés, parfois étirés et laminés.

» 3. C'est dans cette dernière région, où le métamorphisme le plus développé de toute la série et de toute la Crète occidentale s'observe à la partie moyenne des terrains supérieurs aux calcaires phylliteux, que se trouvent les phyllades noirs fossilifères les moins métamorphiques de tout le pays parcouru.

» Je me borne à noter ici qu'il faut absolument écarter toute idée de complication tectonique quelconque, pour interpréter l'allure capricieuse du métamorphisme.

» L'examen micrographique sommaire d'un grand nombre de roches de cette série met en évidence de grandes analogies de composition avec celles du Trias métamorphique de la Vanoise, si bien étudiées par M. Termier.

» Roches éruptives. — J'ai reconnu une série basique, comprenant des porphyrites, mélaphyres amygdaloïdes, gabbros, péridotites et serpentines. Les roches à glaucophane sont très répandues.

» Données paléontologiques. — On ne trouve de fossiles dans ces terrains métamorphiques qu'à la condition de les chercher avec la plus grande attention, et sans se laisser décourager par de nombreux insuccès. Il existe deux niveaux fossilifères : l'inférieur, représenté par les calcaires phylliteux formant le centre des anticlinaux avec le gypse et la dolomie, et le supérieur par les phyllades noirs du sommet de la série. Les fossiles des calcaires sont incrustés de phyllites, et leur détermination est souvent malaisée. Ceux des phyllades sont mieux conservés, et plusieurs coquilles ont encore leur charnière intacte.

» La liste provisoire et incomplète de ces fossiles est la suivante :

» Calcaires phylliteux. — *Ammonites* sp., divers Gastéropodes en sections, *Cardinia* sp., *Myophoria* sp. ou *Myophoriopis* sp., *Nucula* (?) sp., *Mytilus* sp., *Avicula* (?) sp., *Cassianella* sp., *Pecten* sp., *Ostrea* sp., *Terebratula* sp., *Spiriferina* sp., *Encrinus* sp., etc.

» Phyllades noirs. — *Myophoria* sp., *Myophoria* sp. ou *Myophoriopis* sp., *Myophoricardium* (?), *Leda* (plusieurs espèces), *Arca* sp., *Pecten* sp., etc.

» Conclusions. — C'est au Trias du type méditerranéen, et probablement au Trias supérieur, qu'il faut rapporter la série métamorphique de la Crète occidentale; il n'est pas impossible qu'elle empiète un peu sur le Lias.

» Cette conclusion n'intéresse pas seulement les terrains métamorphiques de la Crète. Elle s'étend à ceux du Péloponèse, dont ils représentent le prolongement direct, et aux terrains cristallins de l'Attique, que j'ai également étudiés sur place avec M. Ardaillon.

» Le Trias métamorphique de la Crète, avec son cortège de roches éruptives, rappelle celui des Alpes occidentales, à bien des titres. Je me propose d'en faire connaître la tectonique dans une Note ultérieure. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur certaines réactions chromatiques des globules rouges du sang des diabétiques.* Note de M. **J. Le Goff**, présentée par M. Armand Gautier.

« Les globules rouges du sang, dans le diabète sucré, ont une affinité spéciale pour les couleurs d'aniline basiques : lorsqu'on plonge une lame de sang diabétique, fixé par la chaleur, dans une dissolution de la combinaison *éosine-bleu méthylène*, on constate que les hématies diabétiques décomposent cette combinaison pour s'emparer du *bleu méthylène* alors que celles du sang normal, dans les mêmes conditions, prennent l'*éosine*. Cette différence de coloration ne se produit plus si l'on a soin d'enlever l'hémoglobine par un lavage convenable. Il est donc vraisemblable que l'hémoglobine est l'un des facteurs de la réaction.

» Dans une Communication faite à la Société de Biologie (le 28 juillet 1900) j'ai montré que l'hémoglobine normale, fixée sur lames par la chaleur, se colore par les couleurs d'aniline acides; que l'hémoglobine additionnée d'une quantité convenable de glucose, de lévulose ou de xylose, et fixée dans les mêmes conditions, ne se colore plus par les couleurs acides, mais prend avec énergie les couleurs d'aniline basiques.

» Depuis, sur l'invitation de M. le professeur Arm. Gautier, j'ai recherché quelle était l'action de l'aldéhyde éthylique, de l'acétone ordinaire sur l'hémoglobine, et j'ai constaté que l'hémoglobine additionnée d'acétone ou d'aldéhyde se colorait aussi par les couleurs basiques.

» L'influence des corps cétoniques ou aldéhydiques paraît donc être assez générale.

» Partant de là, j'ai recherché s'il était possible de produire la réaction du sang diabétique avec du sang normal rendu hyperglycémique.

» Pour cela, je puise 20 millim. cubes de sang par piqûre du quatrième doigt de la main gauche chez une personne non diabétique, j'étends ce sang sur lames, j'y ajoute 20 millim. cubes d'une solution au centième de glucose pur dans du sérum physiologique, je fixe par la chaleur puis je colore pendant 5 minutes. De cette façon, les globules rouges perdent la propriété de se colorer par le rouge congo et le bleu méthyle. Plongés dans le réactif éosine-bleu méthylène (réactif du sang diabétique) ils prennent énergiquement le bleu méthylène. J'ai obtenu des résultats identiques en substituant au glucose, de l'aldéhyde, de l'acétone, du lévulose, du xylose.

» Le saccharose, au contraire, ne modifie pas la coloration des globules rouges du sang normal.

» J'ai ajouté à du sang préalablement *fixé* par la chaleur une solution de glucose dans une proportion bien supérieure à celle indiquée précédemment, sans obtenir de modification dans les réactions chromatiques des globules rouges. Le glucose n'agit donc pas sur le sang desséché, mais seulement sur le sang frais.

» Par des injections intraveineuses de glucose j'ai obtenu chez le lapin une glucosurie transitoire et j'ai constaté que dans ces conditions les globules rouges présentaient les réactions chromatiques du sang diabétique. Il faut donc admettre que les deux facteurs de la réaction sont le glucose et l'hémoglobine. Ces deux corps semblent former dans le sang des diabétiques une sorte de combinaison que j'étudie en ce moment et qui permettra peut-être de saisir le mode d'oxydation des hydrates de carbone dans l'organisme et la cause de leur élimination dans le diabète sucré. »

M. **Mitour** adresse une Note portant pour titre : « Phosphorescence et phosphorographie. »

(Commissaires : MM. Marey, Lippmann, Becquerel.)

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 20 MAI 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPHTALMOLOGIE. — *Sur les dispositions optiques propres à remédier aux troubles visuels dans les cas de kératocone.* Note de M. **J. Janssen** (¹).

« On sait que cette affection consiste dans une déformation de la partie antérieure du globe oculaire, c'est-à-dire de la cornée transparente qui, au lieu de présenter la forme sphérique (*fig.* A), affecte celle d'une surface conique à sommet arrondi ou plus exactement parabolique (*fig.* B).

» Le résultat de cette déformation est d'amener, indépendamment des autres troubles visuels, une myopie extrême, en sorte que le sujet qui en est atteint ne peut voir distinctement que les objets extrêmement rapprochés et qui touchent en quelque sorte l'œil lui-même.

» Au point de vue optique cet effet s'explique facilement.

» Tout se passe en effet comme si l'on eût placé, devant un œil normal (*fig.* C) à cornée sphérique, une lentille *b* dont la surface intérieure fût celle d'une cornée normale mais dont la surface extérieure eût une courbure semblable à celle d'une cornée affectée de kératocone.

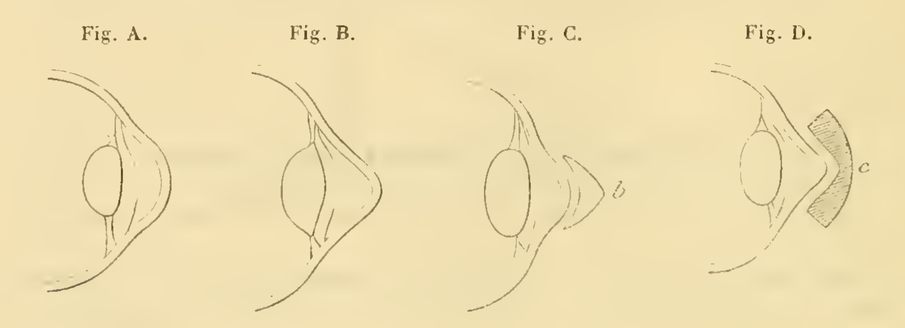
» Or, une pareille lentille, en raison de la courbure si prononcée de sa surface extérieure, produirait sensiblement l'effet d'une lentille de microscope, et c'est ce qui explique la myopie si prononcée d'un œil affecté de kératocone.

» En même temps cette remarque nous conduit à la disposition optique propre à rétablir la vision. On voit en effet que, puisque les choses se passent comme si l'on eût placé devant l'œil normal une lentille semblable à la lentille *b*, il faut, pour rétablir la vision, employer une lentille compensatrice qui annule l'effet de cette lentille *b*. Et l'on atteindra ce but

(¹) Cette Communication avait été faite dans la séance du lundi 5 mai 1902.

en plaçant devant l'œil affecté de kératocone (*fig.* D) une lentille *c* dont la surface intérieure soit précisément celle de la surface extérieure de *b* (*fig.* C), c'est-à-dire la surface de la cornée à kératocone et pour surface extérieure celle d'un œil normal.

Fig. A. Fig. B. Fig. C. Fig. D.



» L'expérience confirme cette donnée de la théorie, d'une manière générale, en ne tenant pas compte, bien entendu, des irrégularités d'ordre secondaire que présentent souvent les cornées affectées de kératocone.

» J'ai même été amené à donner à la lentille compensatrice une surface intérieure sphérique au lieu de la forme parabolique, qui est celle des cornées à kératocone. C'est qu'en effet, si la lentille à surface intérieure parabolique corrige plus exactement l'anomalie visuelle en question, elle ne produit cet effet que lorsque l'axe de l'œil coïncide avec l'axe de la lentille compensatrice, et, dès que ces deux axes ne coïncident plus, comme cela arrive quand la vision s'exerce de côté, celle-ci devient extrêmement défectueuse. Cet effet est très atténué avec des lentilles compensatrices à surface intérieure sphérique.

» On peut même rendre à un œil affecté de kératocone une vision très sensiblement normale en plaçant devant cet œil une lentille concave-convexe, ou même biconcave, d'un pouvoir bien approprié.

» Une série, suffisamment complète, de verres biconcaves permettra d'atteindre ce but. On choisira dans la série le verre qui permettra au sujet de voir de loin d'une manière suffisamment distincte, ou tout au moins plus distincte que celle obtenue avec les verres d'un pouvoir immédiatement plus faible ou plus fort.

» Si le sujet était très jeune, le pouvoir d'accommodation du cristallin pourrait ne pas être aboli et se rétablir promptement, et, dans ce cas, le même verre pourrait servir à la vision éloignée et à la lecture, ainsi qu'à la conduite dans les appartements et au dehors.

» Dans le cas contraire, on ajoutera au verre, pour la vision éloignée, un second verre approprié à la vision plus rapprochée.

» Ces verres peuvent être montés en pince-nez, en lunettes, ou même en monocle, si le sujet ne veut se servir que d'un œil.

» C'est à la demande d'une amie de notre famille, dont le fils était affecté de kératocone très prononcé à ses deux yeux, que j'ai été amené à étudier cette affection et à instituer le remède d'ordre optique que je signale ici dans l'intérêt de ceux qui en sont atteints.

» Il y a près d'une dizaine d'années que la personne en question fait usage des verres qui ont été construits pour elle, et, par leur aide, elle a recouvré une vue très sensiblement normale. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la composition des cendres projetées, le* 3 *mai* 1902, *par la Montagne Pelée*. Note de **Michel Lévy**.

« J'ai reçu hier soir, de M. Louis Lion, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, un échantillon des cendres projetées le 3 mai dernier par la Montagne Pelée, au moment du départ du courrier qui vient d'arriver en France.

» Un examen rapide de ces cendres y décèle des feldspaths tricliniques, mêlés de quelques cristaux de bisilicate ferrifère.

» L'axe n_g fait un très petit angle avec l'arête h^1g^1 dans g^1. Polychroïsme intense, vert suivant n_g, jaune suivant n_m et n_p. Ce bisilicate ne peut être que de la hornblende ou de l'hypersthène; j'opine pour l'hypersthène, à cause de la biréfringence relativement peu élevée.

» Les fragments de feldspath triclinique présentent les propriétés optiques de l'andésine; les extinctions des lamelles de clivage suivant g^1 donnent les mêmes résultats que la valeur des indices de réfraction, qui sont compris, tous les trois, entre 1,542 et 1,554 (détermination au moyen de la liqueur de Klein convenablement titrée). Cette andésine présente la macle de Carlsbad et celle de l'albite; les lamelles g^1 se montrent légèrement zonées.

» Le grain moyen de la cendre est de $\frac{5}{100}$ à $\frac{10}{100}$ de millimètre. Un examen plus approfondi sera nécessaire pour déterminer s'il n'y a pas d'autres composants cristallisés.

» On sait que dans la mer des Antilles les derniers plissements sont d'âge post-crétacé; l'ère des effondrements et du volcanisme paraît débuter

avec l'Oligocène; les éruptions se sont prolongées jusqu'à l'époque actuelle et ont fourni des produits très variés : andésites, rhyolites, basaltes. »

ZOOLOGIE. — *Sur la spermatogenèse des Diptères du genre* Sciara. Note de M. ALFRED GIARD.

« Plusieurs zoologistes et tout récemment encore Korschelt et Heider, dans leur excellent *Traité d'Embryogénie comparée des Invertébrés* (Partie générale, p. 426), ont insisté sur la confusion qui résulte de l'emploi du mot *spermatophore* pour désigner des productions de nature souvent très différente. Le fait du groupement de deux ou d'un nombre variable (en général très grand) de spermatozoïdes en un complexe destiné à assurer, d'une façon plus certaine, la fécondation de l'œuf ne constitue pas, à proprement parler, un spermatophore. Il convient de réserver cette désignation pour les cas où le complexe spermatozoïdal est contenu dans une capsule résistante sécrétée par des cellules glandulaires spéciales (Lombriciens, Hirudinées, Céphalopodes, etc.).

» Nous appellerons *synandries* les assemblages de spermatozoïdes qui résultent immédiatement du mode même de naissance de ces éléments et *spermotagmes*, les groupements en couples (*spermatozeugma*) ou en forme de plumes d'autruche, de houppes, etc. qui se forment chez certains animaux par l'agencement des spermatozoïdes soit entre eux, soit sur une base ou autour d'un axe d'origine étrangère, mais sans capsule enveloppante, comme cela se voit chez les *Tubifex*, chez certains Carabiques, etc.

» Les Diptères du genre *Sciara* nous offrent un exemple remarquable des complications réalisées chez quelques Insectes dans le groupement et la mise en liberté des éléments mâles sans que ces complications paraissent d'ailleurs être en rapport d'une façon quelconque avec les liens de parenté des formes où on les rencontre.

» Chez les Psychodides par exemple, et en particulier chez les *Pericoma*, qui sont comme les *Sciara* des Diptères à larves encéphales appartenant à une famille peu éloignée des Mycétophilides, les spermatozoïdes sont disposés dans des spermatokystes en gerbes (synandries) tout à fait semblables à celles qui ont été figurées par de Bruyne chez *Hydrophilus piceus*, ou par Swaen et Masquelin chez la Salamandre. Comme chez l'Hydrophile, la membrane du spermatokyste (homologue de la membrane folliculaire des œufs d'Ascidies, etc.) ne renferme qu'une seule cellule nutritive et

l'orientation de la gerbe spermatozoïdale ne paraît nullement déterminée par la position de cette cellule sur la paroi kystique.

» Chez *Sciara medullaris* (¹) les choses se passent tout autrement et avec un cortège de circonstances accessoires fort intéressantes. Les kystes spermatiques pris dans le testicule à maturité sont constitués par une membrane sur laquelle on n'aperçoit plus trace de cellules ou de noyaux. Ces kystes sont sphériques; leur diamètre est de 50^{μ} en moyenne; leur contenu est formé exclusivement, par un filament réfringent de 4^{μ} à 5^{μ} d'épaisseur, d'une substance plastique très transparente. Ce filament est replié et enroulé sur lui-même en forme de peloton dense et irrégulier. Chaque kyste ressemble à un gigantesque noyau cellulaire au stade *spirem* (²).

» Je n'ai pu me rendre compte exactement de la formation du filament aux dépens des spermatides. Peut-être est-il dû à des productions analogues aux *Mitochondries* ou aux *Zellkoppeln* des embryogénistes allemands.

» Quoi qu'il en soit, il s'agit ici d'une synandrie (groupement primaire des spermatozoïdes) comme le prouve la suite des événements.

» Lorsque les spermatokystes se rompent dans le canal déférent ou sur les préparations microscopiques, le filament s'étire et s'effile par un déroulement incomplet du peloton qui donne lieu à des nœuds compliqués de formes bizarres et très variables. Parfois on observe des mouvements assez lents et saccadés dans la portion déroulée. Celle-ci est amincie, très longue, souvent ondulée en zigzag et présente en miniature une certaine ressemblance avec les spermatophores des Helix et du *Peripatus Edwardsi* (von Kennel *in* Korschelt, *loc. cit.*, p. 435).

» En sortant des testicules ovoïdes et simples, les canaux déférents descendent jusqu'à l'extrémité postérieure de l'abdomen, puis remontent

---

(¹) J'appelle *Sciara medullaris* une espèce dont les larves vivent aux dépens de la moelle du *Senecio Jacobaea* pendant la saison hivernale. Cette espèce est voisine de *Sciara præcox* Meigen. Elle en diffère par sa taille plus grande (4^{mm} à 5^{mm}). Les antennes du mâle sont seulement un peu plus longues que celles de la femelle et, loin d'atteindre environ la longueur du corps, elles dépassent à peine la tête et le thorax réunis. Les branches de la fourche de la quatrième nervure longitudinale sont plus courtes que la tige de cette nervure. La couleur orangée des corps graisseux se voit chez la femelle (et chez le mâle récemment éclos) entre les anneaux de l'abdomen. Les ailes sont légèrement enfumées et un peu irisées.

(²) Peut-être ce filament contourné doit-il être rapproché du tube spermatique en spirale signalé récemment par E.-L. Bouvier dans le spermatophore de *Peripatus Corradi* (*Bull. Soc. entomol. de France*, 23 avril 1902, p. 161).

quelque peu pour venir déboucher côte à côte dans la partie supérieure d'un renflement à contour ovalaire formé par l'accolement de deux cavités contiguës dont l'ensemble est comparable aux spermatophores des Hirudinées du genre *Glossosiphonia*. Les parois de ces cavités sont glandulaires et sécrètent une substance finement granuleuse, excepté dans une zone médiane délimitant sur la surface de chaque cavité deux régions distinctes; dans cette zone, les cellules sont plus volumineuses, transparentes, et donnent une sécrétion visqueuse incolore homogène. Ces diverses sécrétions déterminent dans la région inférieure de chaque cavité la production d'un corps cylindrique d'une substance pâteuse, réfringente, d'une couleur légèrement ambrée, criblé à sa surface de ponctuations en quinconce. Chacun de ces corps forme une sorte de bouchon à l'entrée des canaux efférents qui bientôt se réunissent en un canal éjaculateur commun.

» Il est vraisemblable, bien que je n'aie pu le constater absolument, que les synandries des pelotons déroulés viennent s'agglutiner autour de ces bouchons élastiques par leur partie effilée aiguë, susceptible de s'insinuer entre le bouchon et la paroi du réservoir glandulaire. Il se formerait ainsi des spermotagmes d'une durée éphémère destinés à l'introduction en bloc des synandries dans les *receptacula seminis* de la femelle.

» L'accouplement dure assez longtemps; il est accompagné de mouvements péristaltiques très violents de l'abdomen du mâle, qui succombe généralement peu de temps après.

» En examinant les réceptacles de la femelle dès que la copulation est terminée, on assiste à un spectacle des plus curieux. Autour d'un magma central qui doit être le résidu des spermotagmes déjà désagrégés, la partie incomplètement déroulée des pelotons synandriques est animée de mouvements de torsion très rapides et d'une extrême complication. Ce ne sont que nœuds inextricables qui se forment, se dénouent, se reforment en soudant leurs tours les uns aux autres pour les étirer aussitôt. Pour me servir d'une comparaison triviale, mais très exacte, on croirait voir, manipulés à grande vitesse, ces pelotons de pâtes de guimauve colorée que l'on fabrique sous les yeux des promeneurs dans les foires des environs de Paris.

» Tous ces mouvements compliqués aboutissent en quelques minutes à la mise en liberté des spermatozoïdes. Ceux-ci sont très longs; leur tête est falciforme aiguë. Le filament axial (*Stützfaser*) est accompagné d'un flagellum accessoire, comme cela s'observe chez divers Insectes, chez les Batraciens, etc.

» *En résumé*, l'émission des éléments spermatiques est accompagnée chez les *Sciara* de phénomènes presque aussi extraordinairement compliqués que ceux qu'on observe chez les Hirudinées et les Céphalopodes. A la vérité, il n'y a jamais production d'une capsule cornée constituant un vrai spermatophore : mais la mise en liberté du spermatozoïde exige un appareil et des cellules sécrétrices dont le fonctionnement rappelle à bien des points de vue celui du peloton et du bouchon des *Sepia* et des *Rossia* tel que nous l'a fait connaître Racovitza. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation des carbures éthyléniques par la méthode de contact.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens**.

« Nous avons antérieurement fait connaître (*Comptes rendus*, t. CXXIV, 1897, p. 1358; puis t. CXXX, 1900, p. 1761, et t. CXXXI, p. 40) que le nickel réduit peut réaliser à froid et indéfiniment, avec dégagement de chaleur, l'hydrogénation régulière de l'*éthylène*, qui est transformé en éthane. Le noir de platine peut réagir de même à froid pendant quelque temps, et à chaud d'une manière prolongée. Quant au cuivre réduit, il n'agit qu'au-dessus de 180° et plus lentement que le nickel.

» Nous indiquerons aujourd'hui les résultats obtenus en appliquant notre méthode d'hydrogénation à divers carbures éthyléniques, triméthyléthylène, hexène β, octène α.

» Le propylène a été préparé par le procédé de Friedel et Silva, en chauffant l'alcool isopropylique avec un excès de chlorure de zinc : le mélange, après 48 heures de contact, fournit un dégagement régulier de propylène, souillé d'une certaine proportion d'alcool et d'oxyde alcoolique, que l'on arrête en faisant passer le gaz dans un tube fortement refroidi. Le propylène n'est employé que lorsqu'on s'est assuré qu'il est à peu près complètement absorbable par l'acide sulfurique.

» Les autres carbures très purs nous avaient été fournis par la maison Kahlbaum.

» *Emploi du nickel réduit.* — Le nickel récemment réduit transforme très aisément les carbures éthyléniques en carbures forméniques correspondants. En opérant au-dessous de 160° avec un excès d'hydrogène, on n'a aucune complication appréciable.

» A une température supérieure à 200° ou avec une quantité insuffisante d'hydrogène, on peut avoir destruction partielle de la chaîne hydrocarbonée, avec production de carbures forméniques plus simples, et d'une petite proportion de carbures plus compliqués.

» Le *propylène* donne lieu à une transformation régulière en *propane*, conformément à la formule

$$H^2 + C^3H^6 = C^3H^8.$$

Si, l'hydrogène seul passant sur le nickel *froid* avec une vitesse constante, on lui mélange une certaine proportion de propylène, la réaction se produit aussitôt avec dégagement de chaleur qui se trouve localisé dans la première portion de la colonne du métal ; la vitesse du gaz recueilli demeure sensiblement la même.

» Tant que l'hydrogène demeure en excès, le gaz sortant ne contient plus de propylène absorbable par l'acide sulfurique, et consiste dans un mélange exclusif d'hydrogène et de propane, ainsi que l'ont établi la combustion eudiométrique et le traitement par l'alcool absolu, dans lequel le propane est très soluble.

» Si l'on augmente peu à peu la proportion du propylène, quand celle-ci surpasse légèrement celle de l'hydrogène, le volume du gaz diminue, ce qui indique la formation d'une certaine dose de produits plus condensés. La proportion de ces derniers augmente avec celle du propylène.

» Aussi lorsque, après absorption du propylène par l'acide sulfurique, on soumet le gaz restant à la combustion eudiométrique, on trouve que le volume d'anhydride carbonique formé surpasse un peu la diminution de volume due à l'explosion, tandis que leurs valeurs sont identiques pour le propane pur.

» Quand on chauffe le nickel vers 210° ou au-dessus, le propylène étant en excès, la formation de produits supérieurs devient plus importante : le volume gazeux se trouve plus réduit, et une petite dose de carbures forméniques liquides, d'odeur pétrolique, peu volatils, se dépose dans le tube de sortie. Mais cette production est compensée par la production corrélative de carbures gazeux plus simples : éthane, méthane.

» La cause de cette perturbation, qui s'exagère avec l'élévation de température, tient à l'action destructive que le nickel réduit exerce sur le propylène lui-même. Nous avons montré en 1897 (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 616) que l'éthylène est décomposé rapidement à partir de 300° par le nickel réduit, avec foisonnement charbonneux et production d'un mélange variable de méthane, éthane et hydrogène, accompagnés d'une faible proportion de carbures forméniques supérieurs.

» De même, le propylène, dirigé seul sur du nickel réduit, subit une destruction analogue, mais plus lente, et sans foisonnement visible.

» Le phénomène est déjà manifeste à 210° : il est encore plus net à 350°. L'analyse du mélange obtenu est fort laborieuse, à cause de la multiplicité des carbures gazeux qu'il contient. Pour la réaliser, après absorption du propylène par l'acide sulfurique. de l'éthylène par le brome, une portion du gaz obtenu est brûlé dans l'eudiomètre, une autre portion est traitée par l'alcool absolu, qui en dissout une certaine fraction, et le résidu est de nouveau brûlé dans l'eudiomètre. En négligeant les produits supérieurs forméniques qui peuvent exister dans le mélange en faible dose, on a été ainsi conduit à la composition suivante, pour 100 volumes :

Propylène	2,1
Éthylène	4,6
Propane	39,7
Éthane	38,1
Méthane	13,4
Hydrogène	2,1

» D'ailleurs le nickel contenait une énorme quantité de charbon, immédiatement séparable par la dissolution dans un acide.

» Le *noir de platine* se comporte avec le propylène à peu près comme le nickel réduit : avec un excès d'hydrogène, il peut réaliser à froid, pendant longtemps, son hydrogénation régulière.

» Le *triméthyléthylène*, ou *méthylbutène*, entraîné par un excès d'hydrogène sur le nickel réduit, à 150°, est totalement transformé en *méthylbutane* pur, bouillant à 29°-30°.

» Dans les mêmes conditions, l'*hexène* β, bouillant à 65°-67°, est changé complètement en *hexane* normal bouillant à 68°-69°.

» Le *caprylène* ou *octène* α, bouillant à 122°-124°, est transformé totalement en *octane* pur bouillant à 124° (corr.).

» *Emploi du cuivre réduit.* — Nous avons montré que le cuivre réduit permet, au-dessus de 180°, de réaliser l'hydrogénation de l'éthylène.

» Il en est de même pour le *propylène*, l'hydrogénation ayant lieu moins vite qu'avec le nickel, mais sans complications notables, même avec un excès de propylène, parce que le cuivre n'exerce aucune action destructive sur ce dernier gaz.

» Dans une expérience faite à 260°, le gaz obtenu contenait pour 100^{vol} :

28,2 propylène,
18,7 propane,
53,1 hydrogène.

» La vitesse des gaz et la longueur de la colonne de métal étaient à peu près les mêmes qu'avec le nickel : on voit que la fixation d'hydrogène est ici plus lente : l'hydrogénation complète du propylène aurait exigé une colonne de cuivre bien plus longue, ou une vitesse des gaz beaucoup plus réduite.

» En présence d'hydrogène en excès, l'*octène* α $C^6H^{13} - CH = CH^2$ est lentement transformé en *octane* par le cuivre, à 215°. La réaction est bien moins rapide qu'avec le nickel. Le rendement n'était que de $\frac{1}{6}$, dans des conditions de vitesse où il était total avec le nickel.

» Au contraire, nous n'avons obtenu aucune hydrogénation, entre 190° et 320°, en présence du cuivre réduit, ni pour le *triméthyléthylène*, ni pour l'*hexène* β, $C^3H^7.CH = CH.CH^3$.

» Il semble donc que l'hydrogénation directe ne puisse être réalisée par l'intermédiaire du cuivre que pour les *carbures éthyléniques* α, c'est-à-dire pour ceux où l'un des groupes CH^2 de l'éthylène demeure non substitué.

» Le *styrolène*, ou *phényléthylène*, $C^6H^5.CH = CH^2$, appartient à cette classe, et effectivement nous avons montré l'année dernière (*Comptes rendus*, 1901, CXXXII, 1254) que le cuivre permet de le transformer régulièrement en *éthylbenzène*.

» Généralement on attribue au *limonène* la formule

$$CH^3 - C^6H^8 - C \begin{cases} CH^3 \\ CH^2 \end{cases}.$$

On peut prévoir que le cuivre ne pourra réaliser l'hydrogénation du noyau cyclique, mais qu'il agira sur la branche éthylénique α. C'est en effet ce qui arrive : l'action prolongée de l'hydrogène vers 190°, en présence du cuivre, change le limonène en un carbure $C^{10}H^{18}$, qui bout à 170° (corr.) et dont la densité d_0^0 est 0,827. Ce carbure est violemment attaqué par le mélange nitrosulfurique.

» L'hydrogénation en présence du nickel le transforme en méthylparaisopropylcyclohexane (hexahydrocymène). C'est donc un isomère de position du *menthène*.

» La constitution assignée au limonène se trouve ainsi confirmée. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de présenter une question de Grand prix des Sciences mathématiques pour l'année 1904.— MM. Émile Picard, Poincaré, Jordan, Appell, Painlevé.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences mathématiques) pour l'année 1904. — MM. Émile Picard, Poincaré, Appell, Painlevé, Jordan.

Commission chargée de présenter une question de prix Gay pour l'année 1904. — MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Hatt, de Lapparent.

Commission chargée de présenter une question de prix Pourat pour l'année 1904. — MM. d'Arsonval, Marey, Bouchard, Chauveau, Perrier.

Commission chargée de présenter une question de prix Vaillant pour l'année 1904. — MM. Darboux, Berthelot, Bouquet de la Grye, Maurice Levy, Van Tieghem.

Commission chargée de présenter une question de prix Damoiseau pour l'année 1905. — MM. Lœwy, Janssen, Callandreau, Wolf, Radau.

Commission chargée de présenter une question de prix Alhumbert pour l'année 1905. — MM. Darboux, Bouquet de la Grye, Berthelot, Gaudry, Maurice Levy.

CORRESPONDANCE.

M. E. von Leyden adresse ses remercîments à l'Académie, pour le témoignage de sympathie qu'elle lui a fait parvenir à l'occasion de son 70e anniversaire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les propriétés arithmétiques des fonctions entières et quasi entières.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. C. Jordan.

« Les polynomes $F(x)$ à coefficients rationnels jouissent de diverses propriétés que l'on pourrait chercher à étendre aux fonctions entières et quasi entières ([1]). Ainsi :

» 1° Le produit de deux polynomes à coefficients rationnels a ses coefficients rationnels; 2° si x est rationnel ou algébrique, $F(x)$ l'est également; 3° si b est rationnel ou algébrique, $F(x+b)$ ordonné suivant les puissances croissantes de x a ses coefficients rationnels ou algébriques.

» Dans quelle mesure ces propriétés subsistent-elles pour les fonctions entières ou quasi entières? Sans traiter complètement la question, nous avons pu la résondre dans des cas suffisamment étendus pour voir que ces propriétés ne subsistaient probablement pas, sauf peut-être la première, pour les fonctions entières.

1° *Fonctions entières.*

» On sait que $e^x - a = 0$ (a algébrique) a toutes ses racines transcendantes (Lindemann). e^{x+b}, où b est rationnel, a tous ses coefficients transcendants. De même, si $X(x) = \sum_0^\infty \frac{a_n}{t_n} x^n$ (a_n entier limité, t_n entier croissant suffisamment vite avec n), $X(x)$ est transcendant quand x est algébrique. Mais le produit de deux fonctions entières à coefficients rationnels a ses coefficients rationnels.

([1]) Pour la définition de ce mot, voir *Comptes rendus*, 17 février 1902.

2° Fonctions quasi entières.

» I. Soit l'équation réciproque

$$f(z)+f\left(\frac{1}{z}\right)=a$$

(a rationnel, $f(z)$ fonction entière à coefficients rationnels). Par la transformation $u=z+\frac{1}{z}$, on obtient l'équation équivalente $\varphi(u)=a$, où $\varphi(u)$ est une fonction entière.

» Si $f(z)=e^z$, φ a tous ses coefficients transcendants. Si $f(z)$ est une fonction $X(x)=\sum_0^\infty \frac{s_n}{t_n}x^n$, s_n, t_n entiers avec $|s_n|\leqq\sigma_n$, les σ_n étant donnés, on peut toujours choisir un mode de croissance assez rapide des t_n pour que $\varphi(u)$ ait tous ses coefficients transcendants.

» II. Soit

$$\sum_0^\infty c_n z^n+\sum_0^\infty \frac{c_n^0}{z^n}=\sum_0^\infty \frac{a_n}{t_n}z^n\sum_0^\infty \frac{a_n^0}{t_n^0}\frac{1}{z^n}$$

une fonction quasi entière avec un point singulier essentiel à l'origine : si $|a_n|\leqq\alpha_n$, $|a_n^0|\leqq\alpha_n^0$, les α_n, α_n^0 étant donnés, on peut toujours choisir un mode de croissance assez rapide des t_n, t_n^0 pour que $\sum_0^\infty c_n z^n$ et $\sum_0^\infty \frac{c_i}{z^i}$ aient tous leurs coefficients transcendants (a_n, a_n^0, t_n, t_n^0 entiers).

» III. Soit la fonction quasi entière

$$F(z)=\sum_0^\infty c_n z^n+\sum_0^\infty \frac{c_n^0}{z^n}+\sum_0^\infty \frac{c_n^{(1)}}{(z-a_1)^n}=\sum_0^\infty b_n z^n\sum_0^\infty \frac{b_n^0}{z^n}\sum_0^\infty \frac{b_n^{(1)}}{(z-a_1)^n},$$

(a_1 rationnel, $b_n=\frac{s_n}{t_n}$, $b_n^{(0)}=\frac{s_n^{(0)}}{t_n^{(0)}}$, $b_n^{(1)}=\frac{s_n^{(1)}}{t_n^{(1)}}$, s_n, $s_n^{(0)}$, $s_n^{(1)}$, t_n, $t_n^{(0)}$, $t_n^{(1)}$ entiers, avec $|s_n|\leqq\sigma_n$, $|s_n^{(0)}|\leqq\sigma_n^{(0)}$, $|s_n^{(1)}|\leqq\sigma_n^{(1)}$): les σ_n, $\sigma_n^{(0)}$, $\sigma_n^{(1)}$ étant donnés, on peut toujours choisir un mode de croissance assez rapide des t_n, $t_n^{(0)}$, $t_n^{(1)}$ pour que le premier membre possède autant de coefficients transcendants que l'on veut.

» IV. Soit la fonction quasi entière

$$F(z)=\sum_0^\infty c_n x^{\varpi_n}+\sum_0^\infty \frac{c_n^{(0)}}{x^{\varpi_n^{(0)}}}+\sum_0^\infty \frac{c_n^{(1)}}{(x-a_1)^{\varpi_n^{(1)}}},$$

à coefficients rationnels $\neq 0$, ainsi que a_i (les ϖ étant entiers),

$$c_n = \frac{s_n}{t_n}, \qquad c_n^{(0)} = \frac{s_n^{(0)}}{t_n^{(0)}}, \qquad c_n^{(1)} = \frac{s_n^{(1)}}{t_n^{(1)}},$$

avec $|s_n| \leqq \sigma_n$, $|s_n^{(0)}| \leqq \sigma_n^{(0)}$, $|s_n^{(1)}| \leqq \sigma_n^{(1)}$. Les σ_n, $\sigma_n^{(0)}$, $\sigma_n^{(1)}$ étant donnés, on peut toujours, pour toutes les fonctions F où les s satisfont aux conditions ci-dessous, choisir un mode de croissance assez rapide de t_n, $t_n^{(0)}$, $t_n^{(1)}$ pour que les fonctions F n'aient aucune racine algébrique; autrement dit, pour que $F(\zeta)$ soit transcendant dès que ζ est algébrique.

» Enfin, nous énoncerons encore, au sujet des fonctions entières quasi algébriques, le théorème suivant :

» V. Soit la fraction continue

$$Z = a_0 + \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 + \cdots + \cfrac{1}{a_n + \cdots}}}$$

où, sur θ quotients incomplets consécutifs, il y en a toujours un au moins qui croît au delà de toute limite et assez vite, quand son indice augmente indéfiniment, les autres restant limités. On peut déterminer une équation à coefficients rationnels de la forme

$$1 + \sum_0^{\infty} {}^n\, c_n x^n = 0,$$

ayant Z pour racine; les c_n décroîtront aussi vite, et leurs numérateurs croîtront aussi vite que l'on voudra, pourvu que la croissance des quotients incomplets ci-dessus soit assez rapide.

» Enfin, si la croissance de ces quotients est assez rapide, Z n'est pas algébrique; l'ensemble des fractions Z non algébriques a la puissance du continu et est distinct de l'ensemble analogue des nombres transcendants racines des équations quasi algébriques

$$\sum_0^{\infty} \frac{a_n}{t_n} x^n = 0,$$

où $|a_n|$ entier limité, t_n entier croissant suffisamment vite avec n. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la force répulsive et les actions électriques émanées du Soleil. Application aux nébuleuses.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Janssen.

« Les *Annales de Drude* ont publié récemment un fort important Mémoire de Svante Arrhénius, intitulé : *Sur la cause de l'Aurore boréale*, et caractérisé par l'application nouvelle de la théorie des ions aux corps célestes. L'auteur fait plusieurs hypothèses principales pour expliquer l'aurore polaire, et ces mêmes hypothèses lui permettent d'expliquer plusieurs autres grands phénomènes, encore très obscurs, tels que la force répulsive émanée du Soleil, les rayons coronaux, la queue des comètes, les variations du magnétisme terrestre, et la lumière zodiacale ramenée à une queue cométaire de la Terre. Même l'auteur aborde une théorie des nébuleuses qui sont pour nous les corps célestes les plus difficiles à concevoir.

» Cependant j'ai présenté antérieurement une des hypothèses principales d'Arrhénius pour expliquer les mêmes phénomènes, mais ces idées n'ont pas été condensées dans un Mémoire d'ensemble; elles sont disséminées dans plusieurs Notes dont les principales sont : *Observations de l'éclipse totale du Soleil de* 1893 *au Sénégal* [1] et *Explication simple de plusieurs phénomènes célestes par les rayons cathodiques* [2].

» Or je présente ici plusieurs remarques sur les hypothèses d'Arrhénius et, en plus, quelques idées personnelles sur la nature des nébuleuses.

» Les hypothèses principales d'Arrhénius forment deux groupes distincts : un premier groupe de trois hypothèses, et une quatrième. Les trois premières hypothèses longuement développées sont les suivantes :

» 1° La force répulsive émanée du Soleil, admise par les astronomes, depuis Kepler, est la poussée du rayonnement lumineux, calculée par Maxwell et Bartoli. Arrhénius suppose d'ailleurs que cette poussée est rejetée par les astronomes; il suffit de rappeler qu'elle sert de base à la théorie des comètes de M. Faye; 2° la surface solaire a des éruptions de gaz continues; les gaz, en se condensant, forment des particules qui sont repoussées par le Soleil, si elles sont suffisamment petites; 3° les gaz solaires sont ionisés, et, comme la condensation a lieu surtout autour des

(1) Gauthier-Villars, mars 1896, p. 62 à 75.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVI, mai 1898, p. 1323.

ions négatifs, les particules précédentes sont électrisées négativement.

» Ce sont ces particules électrisées, repoussées dans tous les sens par le Soleil avec des vitesses variables, qui permettent à Arrhénius d'expliquer tous les phénomènes célestes.

» La quatrième hypothèse, exposée en dernier lieu, et brièvement, suppose l'émission de rayons cathodiques par les couches supérieures raréfiées de l'atmosphère solaire. C'est justement celle que j'ai présentée en 1896, comme une conséquence de l'origine électrique de la chromosphère solaire, reconnue par son spectre ([1]). Or elle suffit seule à expliquer tous les phénomènes énumérés plus haut, sans autre hypothèse sur le Soleil, et en dehors de toute hypothèse sur la nature du rayon cathodique. L'expérience seule indique, en effet, que ce rayon apporte aux corps qu'il frappe une poussée répulsive, une charge négative et une illumination. Si d'ailleurs on le considère comme dû à un bombardement de matière très divisée, on retombe sur une autre particule électrisée que j'appellerai *particule cathodique*, pour la distinguer de la précédente, fournie par les trois premières hypothèses et nommée *particule ionique*.

» Mais, probablement, les quatre causes supposées agissent en même temps; dans ce cas, la particule cathodique a le rôle prépondérant. Car la force répulsive correspondante, qui est facile à constater dans le laboratoire, doit être plus forte que celle due à la particule ionique, qui n'a pas encore été reconnue expérimentalement d'une manière complète. De plus, comme elle a une très grande vitesse, voisine de celle de la lumière, elle échappe à la lumière ultra-violette qui décharge les corps électrisés, alors que la particule ionique, de vitesse beaucoup plus faible, perd ses propriétés électriques. Enfin Lénard a montré récemment que les corps soumis aux rayons ultra-violets prennent une charge positive et émettent des rayons cathodiques.

» D'autre part, lorsque j'ai exposé en 1896 l'hypothèse cathodique, la théorie régnante, qui était jugée ne pas suffire, reposait sur un rayonnement d'induction électrique du Soleil. Récemment Nordmann a repris cette idée avec le nom plus moderne et aussi plus précis de *rayonnement hertzien* et l'a développée dans plusieurs Notes intéressantes. Le rayonnement hertzien intervient probablement, mais j'estime encore que le rayonnement cathodique explique seul et simplement tous les détails des phénomènes.

([1]) Presque au même moment, juin 1896 (*Archives de Genève*), Birkeland faisait la même hypothèse pour expliquer l'aurore boréale.

» Quant aux nébuleuses, Arrhénius explique simplement leur lumière par les particules électrisées qui leur arrivent de tous les points de l'espace. Cette explication est insuffisante, d'autant que notre atmosphère, qui est interposée, devrait par la même cause avoir un éclat au moins égal. Mais l'étude recente des nébuleuses par la photographie indique une voie nouvelle et féconde. Presque toutes les nébuleuses montrent plus ou moins la structure en spirales; j'ai reconnu cette structure avec la grande lunette de Meudon, dans des nébuleuses très petites qui échappent aux instruments ordinaires, et je terminais ainsi la Note qui relate ces observations:

« La forme spirale des nébuleuses implique une force répulsive émanée » du noyau, comparable à la force répulsive qui forme le noyau des co- » mètes. Cette force, que l'on peut opposer à l'attraction newtonienne, » doit jouer un rôle important dans l'évolution des mondes stellaires. » La lumière des nébuleuses, comme la force répulsive, doit provenir du noyau. Il suffit de supposer que ce noyau, comparé à notre Soleil, a une masse plus faible, un rayonnement ultra-violet et cathodique plus fort, ou encore émette des rayons Becquerel. Or on a constaté que ce noyau, comme aussi la nouvelle étoile de Persée, avait un spectre ultra-violet relativement intense.

» Tous les corps célestes, qui sont formés par la même matière, doivent présenter les mêmes phénomènes, mais dans des proportions différentes, d'où la diversité des apparences. Cette idée philosophique m'a conduit, en 1896, à annoncer que la Terre devait avoir une couronne comme le Soleil et une queue comme les comètes. De même, le Soleil doit, en très petit, ressembler à une nébuleuse. En effet, l'expérience indique que toute grande protubérance est accompagnée d'une autre grande protubérance diamétralement opposée. Les rayons cathodiques correspondants sont alors comparables aux deux spires diamétralement opposées des nébuleuses. Supposez la protubérance et la force répulsive beaucoup plus grandes, et vous avez la nébuleuse classique. On peut ainsi concevoir une évolution des corps célestes caractérisée par des variations des forces attractive et répulsive telles que chacune soit à son tour prépondérante; on aurait une oscillation perpétuelle du type nébuleuse au type soleil et du type soleil au type nébuleuse.

» En terminant, je rappelle une vérification expérimentale de ces théories, déjà signalée par moi en 1898 : les augmentations d'éclat, soudaines et momentanées, des comètes doivent correspondre à leur passage dans le méridien solaire d'une tache, d'une facule ou d'une protubérance importante. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la constitution de la matière et la spectroscopie.* Note de M. B. Eginitis, présentée par M. J. Violle.

« I. MM. Schuster et Hemsalech, dans leurs recherches sur les étincelles, avaient réussi à éliminer les raies de l'air du spectre des étincelles ([1]). Il nous semble que la cause principale de cette élimination est la présence de la vapeur métallique.

» En effet, d'après MM. Schuster et Hemsalech, les raies de l'air s'éliminent complètement par l'augmentation de la self-induction du circuit de décharge. D'autre part, d'après les recherches de Feddersen ([2]), le trait existe dans tous les cas, mais son intensité est en général très faible. Mais, entre ces deux séries de recherches, il y a une grande différence. Feddersen faisait éclater une seule étincelle, tandis que MM. Schuster et Hemsalech font éclater un certain nombre d'étincelles. Chacune de ces décharges traversait ainsi un milieu rempli de vapeur métallique par les décharges précédentes.

» Seguin ([3]), d'autre part, avait remarqué que le trait, qui n'était pas distinct par le rapprochement des pôles, apparaît quand on chasse l'auréole par un soufflage; en outre, quand il éloignait les électrodes, les raies de l'air apparaissaient et augmentaient d'intensité avec l'augmentation de la distance explosive.

» D'après M. Hemsalech ([4]), les raies de l'air s'éliminent quand la valeur de la self-induction est égale à 0,00286 henry, valeur qui est très petite relativement aux valeurs employées par Feddersen. Mais nous avons montré que les valeurs de la self-induction qui éliminent les raies de l'air et qui varient avec la nature du métal et la distance explosive, sont d'autant plus petites que les métaux sont plus volatils (sodium, potassium, mercure). Dans ce cas, on peut aussi faire apparaître les raies de l'air par un soufflage (cela ne réussit pas quand la self-induction est très grande, à cause de la faiblesse du trait).

([1]) *Phil. Trans.*, t. CXCIII, 1899, et Hemsalech, *Thèse de Doctorat*. Une bibliographie détaillée sur toutes ces questions sera donnée dans le Mémoire complet.

([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LXIX, 1863, p. 193.

([3]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LXIX, 1863, p. 106-107.

([4]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 1901.

» D'après ces expériences, la vapeur métallique paraît être la cause principale de l'élimination des raies de l'air et du trait. Cette élimination est facilitée par l'augmentation de la self-induction qui diminue l'énergie du trait.

» 2. Dans une Note précédente ([1]), nous avons eu l'honneur d'annoncer que, dans les spectres des étincelles, quand les pôles sont constitués de différents métaux (mélanges ou alliages) ([2]), on peut avoir, par la variation de la self-induction du circuit de décharge, des effets différents qui montrent la variété de la matière dont les pôles sont constitués. Dans ces cas, on peut avoir des variations différentes de l'intensité des raies ou une élimination complète du spectre d'un ou de plusieurs métaux ([3]). Ainsi, la variation de la self-induction possède la propriété très importante de faire apparaître les *différences de quelques propriétés de la matière.*

» Ce phénomène est accompagné par des caractères qui se retrouvent identiquement dans le cas où les pôles sont constitués de métaux purs. La disparition du spectre continu, la disparition du trait des étincelles et des raies de l'air, et surtout des variations semblables des raies métalliques, sont des caractères communs.

» Ces résultats de nos expériences nous ont ainsi conduit à une autre question. D'après MM. Schuster et Hemsalech ([4]), les différentes raies d'un métal pur n'ont pas la même vitesse moyenne le long de l'étincelle, et ils avaient conclu de leurs expériences que probablement cette différence provenait d'une différence au point de vue du poids atomique.

» Si l'on compare les vitesses moyennes des raies de quelques métaux simples et les variations des mêmes raies correspondant à une valeur de la self-induction, on voit que les raies qui ont la même vitesse moyenne ont

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 824.

([2]) Pendant l'expérience de l'élimination du sodium ou du potassium en présence de l'aluminium ou du platine, nous avions remarqué que, quoique après un certain temps on ait de la soude ou de la potasse, cependant l'expérience reste la même qu'avec les métaux. A la suite de cette remarque, nous avions fait d'autres expériences du même genre sur lesquelles nous reviendrons plus tard.

([3]) Dans ces cas, aussi bien que dans les cas des métaux simples, le noyau métallique des bobines peut détruire complètement ou partiellement le rôle de la self-induction, suivant la valeur de la self-induction, la nature des pôles et la distance explosive.

([4]) *Loc. cit.*

subi une variation du même genre. Ces raies paraissent ainsi former des groupements.

» Nos expériences sur ces questions ne sont pas encore très étendues. Mais, des expériences que nous avons faites jusqu'à présent soit sur des métaux simples (sodium, potassium, mercure, platine), soit sur des mélanges ou des alliages, et en tenant compte des expériences de MM. Schuster et Hemsalech, nous croyons qu'on peut conclure que :

» 1° L'intensité des différentes raies d'un métal dépend de la nature des métaux avec lesquels il coexiste, et de la nature du milieu (qui peut être formé par les pôles eux-mêmes pendant les décharges).

» 2° Quelques raies des métaux simples forment des groupements dont les variations sont dues probablement à la variété de la constitution des particules rayonnantes et de la nature des pôles.

» 3° Une relation paraît exister entre ces groupements et les groupements des raies qui ont la même vitesse.

» 4° Les vapeurs métalliques pendant les décharges présentent des propriétés électriques qui varient avec leur nature et qui diffèrent considérablement de celles de l'air.

» 5° L'usage de la self-induction dans les décharges électriques à travers les gaz constitue une méthode qui permet d'examiner la constitution de la matière. »

PHYSIQUE. — *L'action de la lumière sur les pierres précieuses.* Note de M. Chaumet, présentée par M. de Lapparent.

« M. Mascart avait bien voulu me signaler, il y a quelques années, certains effets que produit sur le diamant l'action de la lumière violette, projetée par une lampe à arc. Préoccupé des conséquences pratiques qui pouvaient en résulter pour l'industrie de la joaillerie, j'ai poursuivi cette étude depuis 6 ans.

» On connaissait déjà la fluorescence que la lumière violette excite chez le diamant. J'ai constaté l'existence d'un rapport intime entre cette propriété et la nature de l'éclat que le diamant manifeste à la lumière artificielle, surtout à la lumière des bougies, celle qui fait le mieux ressortir la qualité des pierres de premier choix. Les diamants qui projettent les feux les plus vifs ne sont pas toujours ceux dont la taille est le plus régulière, mais bien ceux qui, examinés à la lumière violette, se montrent le

plus nettement fluorescents. Tandis que les diamants non fluorescents, frappés par cette lumière, se colorent simplement en violet, les pierres les plus éclatantes affectent une fluorescence notable, d'un bleu clair très lumineux. Ce diagnostic est d'autant plus précieux, en raison de sa facile application, que les diamants, quelle que soit leur qualité, offrent tous la même transparence aux rayons X.

» Un fait très curieux est celui que j'ai observé avec un diamant jaune, à nombreuses facettes, qui offrait, à la lumière du jour comme à la lumière artificielle, des reflets d'or remarquablement caractérisés. L'action de la lumière violette n'y excitait aucune fluorescence, mais faisait naître, par endroits, des feux d'un rouge vif, surtout sensibles sur les bords taillés en biseau. Après l'application de cette lumière, qui avait à peine duré quelques minutes, j'ai constaté avec surprise que la teinte du diamant soumis à l'expérience avait passé du jaune au brun foncé, la pierre perdant, par le fait de cette transformation, les quatre cinquièmes de sa valeur commerciale. Heureusement, au bout de 24 heures, le diamant avait repris la couleur et l'éclat du début.

» Ce fait, le premier de ce genre que j'aie constaté, m'a paru digne de mention; et je me propose de continuer les observations dans cette voie.

» Un autre fait, d'une grande portée pratique, ressort de mes observations sur les rubis. On sait que la valeur commerciale des rubis de Birmanie est très supérieure à celle des rubis de Siam. Cependant, ces deux variétés ne présentent, dans leurs caractères physiques extérieurs, que des différences minimes; et si les fins connaisseurs le plus souvent ne s'y trompent pas, il a été jusqu'à présent impossible de donner de ces différences une définition précise. La radiographie ne les révèle pas non plus. Or, en expérimentant l'action des diverses radiations sur les rubis, j'ai constaté que tous les rubis de Siam laissent passer les rayons violets en manifestant une fluorescence peu appréciable, tandis que ceux de Birmanie, tous très fluorescents, s'illuminent d'une vive lueur rouge qui les fait nettement ressortir en clair, lorsqu'ils sont mêlés à ceux de l'autre provenance, demeurés plus sombres.

» Ces résultats, en dehors de leur importance pratique, soulèvent des questions d'ordre scientifique sur lesquelles il m'a paru souhaitable que l'attention des physiciens fût appelée. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage volumétrique des iodures en présence de chlorures et de bromures.* Note de M. V. Thomas, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note publiée aux *Comptes rendus* (17 mars 1902, p. 655), j'ai montré qu'on pouvait doser très exactement le thallium existant dans une solution, sous forme thallique, en mettant à profit l'action qu'exerce l'iodure de potassium sur le chlorure thallique. En présence d'un excès d'iodure de potassium, on a, en effet, la réaction

$$TlCl^3 + 3KI = TlI + 3KCl + I^2.$$

» La réaction est différente si l'on se place en présence d'un excès de sel thallique. Il ne se précipite pas, dans ces conditions, d'iodure thalleux mélangé d'iode [1], comme on l'a maintes fois mentionné; il y a seulement mise en liberté d'iode. Si la liqueur est suffisamment étendue, elle reste limpide et se colore en jaune plus ou moins intense. La réaction est la suivante :

$$TlCl^3 + 2KI = TlCl + 2KCl + I^2.$$

» Dans ces conditions, le procédé de dosage volumétrique du thallium que j'ai indiqué peut très facilement être transformé en un procédé de dosage volumétrique des iodures. Il suffit, en effet, d'opérer en présence d'un excès de sel thallique; l'iode mis en liberté est éliminé par simple ébullition de la liqueur. Lorsque tout l'iode est chassé, on titre la quantité de sel thallique non réduit. Si l'on est parti d'une quantité de sel thallique connue, la différence exprimera la quantité de $TlCl^3$ transformée en $TlCl$, d'où l'on déduira facilement la teneur en iodure de la liqueur soumise à l'essai.

» Ce procédé de dosage des iodures est *très exact* et *très rapide*. Il s'applique en présence des chlorures et des bromures. On doit opérer en solution de sel thallique dilué. Lorsque la substance soumise à l'essai ne renferme que des chlorures et des iodures, l'iode peut s'éliminer, sans aucune précaution, en portant à l'ébullition. En présence des bromures, il faut

(1) Le précipité auquel je fais allusion est constitué, suivant les uns, par un mélange d'iodure thalleux et d'iode; suivant les autres, par un periodure.

éviter la surchauffe. Le mieux, dans ce cas, est d'entraîner la vapeur d'iode par un courant d'air. Lorsque tout l'iode a été chassé, la solution est incolore ou très faiblement colorée en jaune. On laisse *refroidir* et l'on titre le sel thallique.

» Voici quelques chiffres de dosages qui montreront ce que l'on peut attendre de ce procédé.

» A. En présence de chlorures seuls ([1]) :

Iode : Calculé..	$11^{mg},55$	$57^{mg},75$	$34^{mg},65$	$46^{mg},20$	$34^{mg},65$	$35^{mg},81$	$38^{mg},76$
Trouvé...	$11^{mg},22$	$57^{mg},42$	$34^{mg},30$	$46^{mg},20$	$34^{mg},98$	$36^{mg},30$	$38^{mg},24$

» La solution d'iode employée pour les titrages était telle que $\frac{1}{10}$ de centimètre cube correspondait à $0^{mg},6$ d'iode environ.

» B. En présence de chlorures ([1]) et de bromures :

» La quantité de bromure ajoutée était variable. Je rapporterai seulement ici les résultats obtenus avec de très petites quantités d'iodure.

Quantité de bromure KBr ajouté..	600^{mg}	600^{mg}	600^{mg}	600^{mg}	600^{mg}
Iode : Calculé....................	7,65	7,65	7,65	7,65	22,95
» Trouvé....................	7,75	7,75	8,07	8,07	23,25

Chaque $\frac{1}{10}$ de centimètre cube de liqueur d'iode employée au titrage renfermait environ $0^{mg},6$ d'iode.

» Je pense que cette méthode de dosage, d'une application si simple et si rapide, pourra rendre quelques services au point de vue industriel. J'indiquerai brièvement la série d'opérations que ce dosage comporte :

» A. Préparation d'une *solution titrée* d'iodure de potassium.

» B. Préparation d'une solution *quelconque* de $TlCl^3$ (10^g à 15^g au litre, par exemple).

» C. Préparation d'une solution *quelconque* d'hyposulfite.

» D. Préparation d'une solution *quelconque* d'iodure de potassium ioduré.

» *Premier essai.* — On prend $N_{Tl}^{cm^3}$ de chlorure thallique, on ajoute $N_{H}^{cm^3}$ d'hyposulfite et de l'iode jusqu'à coloration bleue, soit $N_{I}^{cm^3}$.

» *Deuxième essai.* — On prend $N_{Tl}^{cm^3}$ de chlorure thallique, on ajoute $n_{i}^{cm^3}$ de solution d'iodure de potassium titré; enfin, après avoir chassé tout l'iode mis en liberté, on

([1]) Dans toute cette série d'expériences, la quantité de chlorures ajoutée était extrêmement grande par rapport à la quantité d'iodure, la solution de chlorure thallique étant préparée, comme je l'ai dit précédemment, en traitant le protochlorure par du chlorate de potasse en présence d'un grand excès d'acide chlorhydrique.

ajoute $N_{II}^{cm^3}$ d'hyposulfite et de la liqueur d'iode jusqu'à coloration bleue, soit $N_I'^{cm^3}$. On en déduit :

$n_I^{cm^3}$ de KI contiennent la même quantité d'iode que $(N_I' - N_I)^{cm^3}$ d'iode ([1]).

» *Troisième essai.* — On prend $N_{Tl}^{cm^3}$ de chlorure thallique, auxquels on ajoute une solution renfermant p^g de la substance à essayer; on chasse l'iode, puis on ajoute $N_{II}^{cm^3}$ d'hyposulfite et enfin, pour ramener la coloration bleue de l'amidon, $N_I''^{cm^3}$ de liqueur d'iode, d'où

p^g de substance renferme la même quantité d'iodure que $\dfrac{n_I(\mathrm{KI})\,(N_I'' - N_I)^{cm^3}\,(\text{sol. d'I})}{(N_I' - N_I)\,(\text{sol. d'I})}$.

» Si l'on prend des solutions telles que : 1° la teneur de la solution titrée en iodure de potassium soit de 10^g au litre; 2° 10^{cm^3} solution d'iode $= 1^{cm^3}$ solution d'iodure; 3° dans le premier essai on ait $N_1 = 1^{cm^3}$, on aura, pour la teneur de la substance en iodure de potassium pour 100,

$$\frac{10(N'' - 1)}{p}.$$

» Comme il résulte des faits précédents, on n'a besoin que d'une seule solution titrée, celle d'iodure de potassium, qui peut se conserver longtemps sans altération. L'emploi des sels de thallium, dont le prix de revient est assez élevé, ne saurait constituer un inconvénient de la méthode, par suite de la facilité avec laquelle l'iodure de thallium précipité peut être transformé en chlorure thallique. Il suffit pour cela de le traiter par l'acide chlorhydrique et le chlorate de potasse. Lorsque la transformation en chlorure est complète, on continue la chauffe jusqu'à ce que la solution ne renferme plus de chlore. En étendant la liqueur ainsi obtenue, on a une liqueur de chlorure thallique directement utilisable (liqueur B) pour de nouveaux essais. La perte en thallium est à peu près nulle. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *De l'action des sulfites sur les nitroprussiates (réaction de Bœdeker).* Note de M. **Juan Fages**, présentée par M. H. Moissan.

« Pour reconnaître les sulfites, on utilise la coloration rouge qu'ils communiquent à une solution de sulfate de zinc contenant un peu de nitroprussiate de sodium. L'addition d'un peu de ferrocyanure potassique augmente la sensibilité de la réaction de Bœdeker ([2]).

([1]) Calculé en iodure, naturellement.

([2]) Bœdeker, *Ann. der Chemie und Pharmacie*, Bd. CXVII, 1861, p. 193.

» On sait que la propriété de former le corps rouge appartient exclusivement aux sulfites chimiquement neutres. Les sulfites acides complètement exempts de sulfite neutre ne la forment pas.

» Par conséquent, pour l'investigation d'un sulfite, il faut neutraliser sa solution si elle est acide, de préférence avec le bicarbonate sodique, dont l'excès empêche moins la réaction que le carbonate neutre; les alcalis libres sont contraires à la réaction.

» L'étude de cette réaction nous a conduit aux conclusions suivantes :

» 1° Les corps qui par leur action mutuelle produisent le corps rouge sont : le sulfite et le nitroprussiate de zinc résultant de la double décomposition du sulfate de zinc et le nitroprussiate sodique. En effet, on obtient encore le corps rouge en mettant en contact le nitroprussiate de zinc aussitôt précipité, lavé et humide, avec la solution de sulfite. En opérant de la façon ordinaire, la réaction est plus sensible en ajoutant à la solution de sulfate de zinc une plus grande quantité de nitroprussiate sodique que celle indiquée. En tout cas, il convient que la solution du sulfite ne se trouve pas trop diluée, car cette réaction, qui est la plus caractéristique des sulfites, n'est pas la plus sensible.

» 2° La propriété de former un corps rouge avec les sulfites n'est pas exclusive au nitroprussiate de zinc, mais aux nitroprussiates en général. En ajoutant à une solution de nitroprussiate sodique un excès de sulfite sodique, la couleur rouge apparaît également, mais elle se produit plus facilement avec les nitroprussiates insolubles, tels que ceux de nickel, cobalt, zinc, manganèse, cuivre, cadmium, palladium, ferreux, etc. En tout cas, le corps produit est rouge, amorphe, assez soluble quand il est obtenu avec le sel de zinc ou de manganèse, peu soluble avec le sel de cadmium et presque ou totalement insoluble avec les autres; il est peu stable : la dilution, les acides et les alcalis le détruisent, un excès de sulfite augmente la stabilité; sans un excès de sulfite, il est impossible de l'isoler.

» 3° Le corps rouge est probablement un produit d'addition d'un nitroprussiate avec le sulfite. En effet, le corps rouge se conduit sensiblement comme un mélange de sulfite et de nitroprussiate. Quand on veut séparer celui formé par le nitroprussiate de nickel, qui est un des plus solubles et relativement stable, on remarque que, au fur et à mesure que le lavage par décantation écarte l'excès de sulfite, le corps rouge perd sa couleur, et à la fin il ne reste que du nitroprussiate de nickel. Quand on procède par filtration, le même résultat se produit : sur le filtre apparaît le nitroprussiate, et dans la liqueur filtrée l'analyse ne découvre que du sulfite sodique

dans les premières portions, avec un peu de sulfate dans les suivantes, à cause de l'oxydation du sulfite pendant la filtration. Les acides décomposent le sulfite comme s'il y était seul et laissent libre le nitroprussiate de nickel. Les alcalis agissent seulement sur le nitroprussiate de nickel qu'ils modifient aussi comme si le sulfite ne l'accompagnait pas. On obtient les mêmes résultats avec les autres produits rouges obtenus par les nitroprussiates métalliques.

» 4° Le ferrocyanure potassique, indiqué pour rendre la réaction plus sensible, n'intervient pas directement dans la formation du corps rouge. L'action du ferrocyanure est très irrégulière; quand on opère avec le nitroprussiate de zinc, lavé et humide, il n'augmente pas la sensibilité et peut même la diminuer en transformant le nitroprussiate de zinc en ferrocyanure. En opérant dans la forme ordinaire, il précipite le zinc de l'excès de sulfate qui nuit. C'est à cause de cela qu'en employant une plus grande quantité de nitroprussiate sodique, l'action utile du ferrocyanure devient moins marquée. Celui-ci peut devenir nuisible s'il est employé en excès; il peut être remplacé par le carbonate sodique, sans excès, ou par tout autre sel qui précipite le zinc, sans modifier la neutralité de la solution ni réagir sur le sulfite ou sur le nitroprussiate. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Un procédé de synthèse graduel des aldéhydes.* Note de MM. **L. Bouveault** et **A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

« En traitant l'α-nitrodiméthylacrylate d'éthyle (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 1212) par le sodium en présence d'éther humide, ou mieux par les alcalis caustiques à 50°-60°, nous l'avons décomposé en acide carbonique, alcool, et un nitroisobutylène

$$\begin{matrix} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{matrix} C = CH - AzO^2,$$

que nous avons reconnu identique au produit décrit sous ce nom par Haitinger (*Lieb. Ann.*, t. CXCIII, p. 366) et obtenu par lui dans l'action de l'acide nitrique fumant sur l'isobutylène ou le triméthylcarbinol. Cette synthèse a l'avantage de déterminer la constitution du nitroisobutylène que la préparation de Haitinger laissait douteuse.

» Les tentatives de réduction du nitroisobutylène effectuées par ce savant ont toutes abouti à la séparation totale à l'état d'ammoniac de l'azote

qui y est contenu; dans l'espoir d'obtenir une réduction plus ménagée, nous avons opéré en liqueur neutre, c'est-à-dire en nous servant de l'amalgame d'aluminium qui nous a déjà rendu de grands services dans la réduction de l'α-nitrodiméthylacrylate d'éthyle. Nous avons obtenu des résultats plus satisfaisants encore au moyen de la poudre de zinc et de l'acide acétique, en évitant d'employer un excès de ce dernier.

» Le dérivé nitré fixe avec la plus grande netteté 4 atomes d'hydrogène. On obtient une huile incolore, d'odeur désagréable, bouillant à 140°; son analyse et l'examen de ses propriétés nous ont montré qu'elle constitue l'oxime de l'aldéhyde isobutyrique

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!C = CH - AzO^2 + 2H^2 = H^2O + \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!CH - CH = AzOH.$$

» M. Konowaloff (*Journ. chim. russe*, t. XXX, p. 960) a déjà obtenu des aldoximes par réduction de dérivés nitrés, mais de dérivés nitrés saturés. On peut s'expliquer la réduction inattendue en oxime d'un dérivé nitré incomplet, en admettant que ce dernier est transformé d'abord, comme cela arrive en liqueur neutre, en l'hydroxylamine correspondante

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!C = CH - AzHOH$$

qui se transpose tautomériquement en oxime par simple déplacement d'un atome d'hydrogène

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!C = CH - Az\underset{H}{}OH = \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!CH - CH = Az - OH.$$

» Il est bien remarquable que deux corps aussi comparables que l'α-nitrodiméthylacrylate d'éthyle et le nitroisobutylène, qui ne diffèrent l'un de l'autre que par le remplacement d'un atome d'hydrogène par le groupement $CO^2C^2H^5$, donnent avec le même réactif réducteur des résultats si différents : le premier une amine (*loc. cit.*), le second une oxime;

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!C - \underset{AzO^2}{\underset{|}{C}} - CO^2C^2H^5$$

réduit par Al.Hg donne

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!C = \underset{AzH^2}{\underset{|}{C}} - CO^2C^2H^5.$$

et

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \rangle C = CH - AzO^2$$

réduit par Al.Hg donne

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \rangle CH - CH = AzOH.$$

» Cette transformation, par réduction, en aldoxime d'un hydrocarbure incomplet nitré méritait une tentative de généralisation. Nous avons trouvé, dans les ouvrages, un composé dont la constitution a beaucoup de rapport avec celle de notre nitroisobutylène : c'est le nitrostyrolène

$$C^6H^5 - CH = CH - AzO^2,$$

obtenu par divers savants et, en particulier, par Priebs (*D. ch. G.*, t. XVI, p. 2591). Sa réduction a été tentée sans succès par M. Alexeieff (*D. ch. G.*, t. VI, p. 1209) et par M. Priebs (*loc. cit.*). Nous l'avons réalisée sans difficulté, au moyen de l'amalgame d'aluminium ou de la poudre de zinc et de l'acide acétique. La réaction s'est effectuée dans le même sens qu'avec le nitroisobutylène; nous avons obtenu l'oxime de l'aldéhyde phénylacétique, qui forme de beaux cristaux incolores fondant à 103°.

» La réaction s'exprime par l'équation

$$C^6H^5 - CH = CH - AzO^2 + 2H^2 = H^2O + C^6H^5 - CH^2 - CH = AzOH.$$

» On peut, par les procédés classiques, passer de cette oxime à l'aldéhyde phénylacétique elle-même; mais l'extrême altérabilité de cette aldéhyde fait que les rendements sont peu satisfaisants.

» Le nitrostyrolène pouvant être obtenu aisément par condensation de l'aldéhyde benzoïque avec le nitrométhane, nous avons donc pu remonter d'une manière simple et régulière de l'aldéhyde benzoïque à son homologue supérieur, l'aldéhyde phénylacétique.

» Nous nous occupons de généraliser cette intéressante synthèse. »

ZOOLOGIE. — *Les éléments sexuels et la fécondation chez les* Pterocephalus. Note de MM. **Louis Léger** et **Octave Duboscq**, présentée par M. Alfred Giard.

« L'un de nous a montré l'année dernière ([1]) que, chez les Grégarines Stylorhynchides, la conjugaison n'est pas isogame comme on l'admettait jusqu'alors et que, dans ces animaux, les éléments sexuels qui entrent en jeu dans la fécondation sont différenciés en spermatozoïdes et en œufs formés respectivement par les deux Grégarines enkystées dont l'une est mâle et l'autre femelle. L'étude que nous venons de faire des phénomènes sexuels chez les Dactylophorides en prenant comme type le *Pterocephalus nobilis* A. Schn. de la Scolopendre, nous a montré que, chez ces Grégarines, les éléments sexuels sont, comme chez les Stylorhynchides, différenciés au plus haut point en œufs et en spermatozoïdes.

» Après une multiplication très active des noyaux sexuels dans chaque Grégarine conjuguée, les œufs naissent, comme chez *Stylorhynchus*, à la surface de la Grégarine femelle comme autant d'éminences granuleuses à la base et claires au sommet qui renferme le noyau.

» Puis, ces éminences s'allongent, deviennent ovoïdes et finalement cylindriques, arrondies aux deux bouts. Ce sont les œufs qui, se détachant bientôt du corps maternel, sont mis en liberté dans la chambre des femelles. On ne leur distingue pas de paroi; à l'un des pôles est accumulé le protoplasma formatif renfermant le noyau. Tout le reste est occupé par de grosses granulations vitellines. Ce sont donc des œufs à vitellus polarisé ou télolécithes. Ils mesurent en moyenne $10^{\mu} \times 4^{\mu}$.

» En même temps, se forment les spermatozoïdes à la surface de la Grégarine mâle et suivant un mode qui rappelle la formation des microgamètes chez les Coccidies monozoïques (décrite par l'un de nous) et chez *Cyclospora karyolitica* d'après Schaudinn. A leur maturité, les spermatozoïdes libres et mobiles quittent le corps résiduel énorme qui formera le pseudokyste, et gagnent la chambre des femelles pour féconder les œufs.

» Les spermatozoïdes de *Pterocephalus* sont des éléments très petits dont le corps, de 5^{μ} à 6^{μ} de long et presque entièrement formé de chromatine, sauf une petite tache claire centrale, est en forme de virgule ou serpentiforme, suivant les moments considérés. En avant, le corps montre un petit rostre réfringent, et en arrière il se prolonge par un flagellum qui atteint environ le double de sa longueur. Il existe en outre une

---

([1]) Louis Léger, *Les éléments sexuels et la fécondation chez les* Stylorhynchus (*Comptes rendus*, 26 août 1901).

mince membrane ondulante qui s'étend, suivant une hélice à tours très lâches, depuis la base du rostre jusqu'au bout du fouet, où elle s'atténue progressivement. Ces spermatozoïdes, qui sont doués de mouvements assez vifs, sont, sur le vivant, très difficiles à voir, d'abord parce que leur durée est très éphémère, et ensuite parce qu'ils sont très petits et transparents sans aucune granulation.

» La fécondation s'effectue, comme chez *Stylorhynchus*, dès la mise en liberté des éléments sexuels, environ 4 jours après l'évacuation des kystes par les Scolopendres, à la température de 15°. Les spermatozoïdes recherchent les œufs, se promènent quelques instants à leur surface, et finalement ils enfoncent leur rostre au pôle animal, parfois au pôle opposé, et pénètrent dans l'œuf. Leur chromatine vient se placer à côté du noyau femelle et la fusion des deux pronuclei s'effectue quelque temps après. L'œuf, une fois fécondé, se revêt d'une paroi simple, puis double, et, dès lors, le sporocyste est constitué; il donnera bientôt huit sporozoïtes effilés, après trois bipartitions du noyau de conjugaison.

» Au moment de la fécondation, les œufs montrent, au pôle végétatif, un petit corps globuleux renfermant quelques graines de chromatine. Il est fort possible qu'il s'agisse là d'un globule polaire, mais nous reviendrons sur ces points dans un travail détaillé.

» Nous conclurons, pour le moment, que chez les Dactylophorides, comme chez les Stylorhynchides, la conjugaison est anisogame au plus haut degré; mais, tandis que chez *Stylorhynchus* les spermatozoïdes très gros portent avec eux la plus grande partie des réserves nutritives, chez *Pterocephalus* ils sont au contraire très petits, et, conformément à la loi générale, ce sont les œufs qui renferment le vitellus nutritif. »

ZOOLOGIE APPLIQUÉE. — *Sur la destruction de certains insectes nuisibles en Agriculture, et notamment de la Chenille fileuse du prunier.* Note de M. **J. Laborde**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les dégâts produits, en 1901, sur le prunier par la Chenille fileuse (*Hyponomeute*) ont acquis, dans certaines régions du Lot-et-Garonne, une intensité telle que la totalité des parties vertes des arbres était dévorée et remplacée par les toiles blanchâtres des nids de l'insecte. Actuellement, l'invasion nouvelle paraît devoir donner les mêmes résultats d'ici quelques jours. Les effets de ces invasions sont donc très redoutables, car ils conduisent d'abord à la destruction de la récolte de l'année, en compromettant ensuite celle de l'année suivante et la vitalité de l'arbre.

» Le moyen de défense qui a été employé de tout temps, et qui a été même souvent rendu obligatoire, est l'échenillage, peu en faveur cependant

chez les agriculteurs, parce qu'il est très pénible et coûteux. On a bien cherché à le remplacer par des traitements faits avec des liquides insecticides d'une application plus commode, mais ces traitements n'ont pas donné jusqu'à présent des résultats bien appréciables, vu la difficulté d'atteindre les chenilles dans leurs nids formés par les feuilles emprisonnées dans le réseau soyeux tissé par ces chenilles.

» Aussi, en présence de ces difficultés, la Société d'études et de vulgarisation de la Zoologie agricole, qui vient de se constituer à Bordeaux, s'est émue de la situation, et m'a chargé de faire des expériences de traitement à l'aide du liquide insecticide que j'ai indiqué à la suite des recherches que j'ai faites sur la destruction des vers de la grappe de la vigne (*Cochylis, Eudemis botrana* et Altise) en vertu d'une mission officielle du Ministère de l'Agriculture.

» Plusieurs membres de la Société ont assisté aux expériences. Je vais en indiquer les résultats en rappelant d'abord la formule du liquide employé, son mode de préparation et ses principales propriétés.

» La composition est la suivante :

Gemme de pin		$1^{kg},500$
Soude caustique (non carbonatée)		$0^{kg},200$
Ammoniaque à 22°		1^{l}
Eau	environ	100^{l}

» On chauffe la gemme avec le double de son poids d'eau, contenant la soude caustique en dissolution, jusqu'à dissolution complète; puis on ajoute autant d'eau, on filtre à travers une toile métallique très fine pour éliminer les impuretés de la gemme, on ajoute l'ammoniaque et l'on complète le volume à 1^{hl}.

» La préparation peut être faite à froid, à la condition d'employer 1^{l} d'alcool dénaturé pour dissoudre la gemme et la soude caustique et déterminer leur combinaison; on ajoute ensuite l'ammoniaque et l'on dilue dans l'eau.

» Ce liquide insecticide est, au début, quelquefois absolument limpide, mais généralement il prend un aspect opalescent, sans toutefois donner lieu à aucun précipité, même à la longue.

» Une des principales causes de son efficacité est sa facile pénétration à travers le réseau filamenteux dont s'entourent les chenilles, pénétration qui tient à des propriétés physiques spéciales. Grâce à une tension superficielle élevée, ce liquide mouille avec la plus grande facilité les corps solides les plus difficiles à mouiller par l'eau ordinaire, par exemple la fleur de soufre, un tampon d'ouate, etc.; il est à ce point de vue comparable aux solutions d'alcool dans l'eau à 40 pour 100 environ. Quant à son action insecticide, elle se produit de la manière suivante : La chenille mouillée par le liquide est d'abord stupéfiée par l'ammoniaque, car elle cesse bientôt tout mouvement; pendant qu'elle reste sous cette influence, le liquide s'évapore en laissant à la surface

du corps de l'animal un vernis visqueux qui obstrue les stigmates de la peau, ou organes respiratoires, et détermine l'asphyxie. Les premiers essais de destruction des chenilles du prunier ont été faits le 3 mars dernier, au début de leur apparition, avant leur première mue, qui fait passer leur couleur du blanc sale au gris foncé, alors qu'elles n'avaient que 5mm environ de longueur. Pour l'application du liquide, on s'est servi d'un pulvérisateur ordinaire portant une longue lance, de 3m à 4m de hauteur, à coulisse permettant un allongement et un raccourcissement très faciles. Le jet de cette lance était dirigé plus particulièrement sur les nids que l'on apercevait d'en bas et que l'on cherchait à désorganiser un peu avec l'extrémité de l'instrument; on favorisait ainsi la pénétration du liquide dans le nid, lequel aurait été, sans cela, un peu trop protégé par les feuilles agglomérées formant écran pour le jet de liquide; puis, la pulvérisation était étendue à toutes les parties vertes de l'arbre.

» Le liquide, s'infiltrant à travers le tissu des nids, atteignait toutes les chenilles de la colonie, formée souvent de plusieurs centaines d'individus, et transformait ces nids en une masse de cadavres entourés du tissu ratatiné et englué.

» Il est facile de comprendre qu'un seul traitement, surtout s'il est fait au début de l'invasion où les nids sont peu visibles, est impuissant à les atteindre tous quand ils sont très nombreux; mais à l'aide d'une seconde application de l'insecticide faite 8 ou 10 jours après la première, quand les nids qui ont échappé à celle-ci sont plus développés et bien visibles, on peut se rendre complètement maître de l'invasion. En effet, une expérience ayant porté ces jours-ci sur des chenilles beaucoup plus développées que les premières a donné encore une destruction parfaite de ces chenilles.

» L'efficacité de l'insecticide ne s'arrêtera certainement pas là, car il agit sur des espèces de dimensions beaucoup plus importantes que celles que peut atteindre la fileuse, et j'estime que le traitement est applicable jusqu'au moment de la chrysalidation, qui ne sera pas complète avant 3 semaines environ.

» On peut, d'ailleurs, augmenter cette efficacité en portant la dose de gemme à 2g au moins, sans crainte de nuire à la plante.

» Si, pour la destruction des vers de la vigne, on se sert du même liquide insecticide dans lequel on a introduit, comme je l'ai indiqué, du verdet ou acétate de cuivre (100g par hectolitre, dissous préalablement dans l'ammoniaque), afin de lutter en même temps, dans une certaine mesure, contre les rots de la grappe, on peut, sans inconvénient, employer ce liquide cuprique contre les chenilles des arbres fruitiers, car son efficacité est tout aussi grande que celle du liquide dépourvu de cuivre.

» Il est facile de comprendre que, dans la lutte contre les insectes nuisibles à l'agriculture ou à l'horticulture, le liquide insecticide dont j'ai indiqué la formule est appelé à rendre des services dans bien d'autres circonstances que celles qui ont été signalées. »

BOTANIQUE. — *Le* Sarcocystis tenella, *parasite de l'homme*. Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

« Les Sarcosporidies, répandues chez les animaux domestiques, herbivores ou omnivores, ont été rarement observées dans l'organisme humain; la plupart des parasites de l'homme rapportés à ce groupe ont été l'objet d'observations insuffisantes pour en permettre la diagnose précise et l'attribution à une espèce ou même à un genre déterminé.

» Baraban et Saint-Remy, en 1894, rapportent avec doute au *Miescheria muris* R. Bl. des utricules logés dans la corde vocale d'un supplicié à Nancy.

» Le 21 décembre 1900, le Dr Hoche présente à la Société anatomique des préparations où l'on voit, en coupe transversale, une Sarcosporidie du genre *Sarcocystis* dans les muscles d'un tuberculeux mort à Nancy.

» Ce cas intéressant n'avait pas été étudié à fond au point de vue zoologique. L'examen des préparations que M. Hoche nous a obligeamment communiquées nous a permis de reconnaître l'exactitude de la détermination générique. Nous avons pu comparer ces pièces aux préparations du cas précédent, que M. Saint-Remy a bien voulu nous confier et revoir avec nous.

» Il résulte de cette étude que les Sarcosporidies des muscles de l'homme observées deux fois à Nancy appartiennent à une même espèce et répondent à la diagnose du *Sarcocystis tenella* Railliet, espèce très répandue chez le mouton.

» Nous avons étudié la structure du *S. tenella* du mouton sur de fort belles coupes des muscles de l'œil préparées par notre collègue le professeur Prenant, fixées au formol picrique et colorées à l'hématoxyline et à l'éosine. La cuticule se compose de deux couches : la couche interne forme un liséré violet, continu, d'un quart de μ environ d'épaisseur; la couche externe, épaisse de 2^{μ} à $2^{\mu},5$, présente des bâtonnets violets séparés par une substance homogène très pâle. Sur la membrane vue de face, les bâtonnets forment des séries de points colorés, anguleux, inégaux, logés dans les mailles losangiques d'un réseau incolore qui résulte de l'entre-croisement de lignes diagonales.

» Nous avons observé les *Sarcocystis* de l'homme à deux stades différents. Les préparations de M. Hoche représentent le stade jeune où les cellules sont toutes granuleuses, chromophiles, tantôt rondes et mesurant 4^{μ} à 5^{μ} de diamètre, tantôt irrégulières, plus longues et plus étroites. On ne distingue ni charpente intérieure, ni groupement des cellules en balles; pourtant la membrane cuticulaire est nettement différenciée en

deux couches, dont l'externe, épaisse de $2^{\mu},5$, se compose de bâtonnets et de substance hyaline.

» Dans les préparations de M. Saint-Remy, les utricules renferment constamment des balles de croissants séparés par une charpente amorphe et des cellules pâles disséminées dans les méats et accumulées aux extrémités. Les utricules les plus petits et les plus jeunes contiennent, en outre, des cellules granuleuses semblables à celles du cas précédent, mélangées aux cellules pâles des extrémités.

» Ces utricules jeunes ont une striation radiaire bien nette sur tout le pourtour; la couche à bâtonnets qui présente cette apparence striée sur la coupe mesure $2^{\mu},2$ à $3^{\mu},5$. Sur beaucoup d'utricules, il nous a été impossible de distinguer la membrane; sur d'autres on aperçoit les deux couches, mais les bâtonnets sont vagues ou indiscernables.

» D'anciens observateurs ont déjà signalé l'inconstance du revêtement strié des *Sarcocystis;* Manz ne l'a observé que sur les jeunes utricules.

» La principale cause d'altération et d'amincissement de la couche bacillaire est, croyons-nous, sa compressibilité. Les faits suivants le prouvent : 1° dans des cas de torsion accidentelle du faisceau primitif contenant l'utricule, la couche externe de la cuticule est supprimée par le myolemme tordu; son épaisseur tombe à ce niveau au-dessous de 1^{μ} et la striation y disparaît, tandis qu'en deçà et au delà de l'écrasement elle remonte progressivement à près de 3^{μ} et les bâtonnets sont bien nets ; 2° dans les muscles humains atteints de dégénérescence vacuolaire (cas du Dr Hoche), la couche externe est écrasée par les vacuoles, et les bâtonnets sont couchés à droite et à gauche de la vésicule liquide; 3° la couche striée, uniforme dans les utricules jeunes, s'amincit avec l'âge sur les côtés, par suite de la compression croissante qu'elle subit de la part du faisceau primitif distendu, et garde son épaisseur primitive aux extrémités libres entres les fibrilles écartées.

» Une même espèce présente donc, tantôt une membrane d'apparence anhiste, tantôt une cuticule clairement différenciée. Baraban et Saint-Remy avaient déjà entrevu le caractère essentiel du genre *Sarcocystis* dans le parasite rapporté avec doute au *Miescheria muris,* puisqu'ils signalent au sommet de certains utricules une vague striation radiaire. Cette striation représente l'état normal et primitif. La structure de la membrane, comme la forme et la dimension des balles et des croissants, permet de rattacher la *Sarcosporidie* des muscles de l'homme au *Sarcocystis tenella* Railliet.

» Les cellules pâles interposées aux balles de croissants ou accumulées au sommet de l'utricule ont été considérées par Bertram comme des sporoblastes, provenant des cellules granuleuses primitives et destinés à donner de nouvelles balles. Cette interprétation est inadmissible. Les cellules en question offrent des caractères évidents de dégénérescence. Elles sont l'origine des amas granuleux depuis longtemps signalés aux deux bouts des utricules. Celles qui sont logées dans les méats forment la masse principale de la substance fondamentale considérée comme une charpente chitineuse. En effet, les balles dans lesquelles les cellules reproductrices sont déjà différenciées n'ont, au début, qu'une membrane à peine distincte, dont l'épaississement ultérieur progresse avec la destruction des cellules dégénérées.

» L'accroissement de l'utricule est assuré éventuellement par les cellules granu-

leuses qui persistent entre les balles et les cellules pâles. Ces dernières ne sont donc pas les cellules mères des balles de croissants, mais leurs cellules sœurs.

» De l'étude résumée dans les lignes qui précèdent nous tirerons des conclusions d'ordre zoologique et d'ordre médical :

» 1° La membrane des *Sarcocystis* se différencie en deux couches dans le sens de l'épaisseur. La couche externe se différencie en deux substances dans le sens de la surface : une substance fondamentale achromatique, gonflable, compressible, pouvant disparaître; une substance sensible à l'hématoxyline, disposée en prismes irréguliers, simulant un revêtement ciliaire quand l'autre est détruite.

» 2° Les cellules initiales uniformes se différencient en cellules fertiles et en cellules stériles.

» 3° Le genre *Miescheria* est rayé de la liste des parasites de l'homme.

» 4° Le *Sarcocystis tenella* se rencontre dans les muscles de l'homme. Trouvé deux fois en quelques années à Nancy, sans avoir été l'objet de recherches systématiques, il est probablement un parasite fréquent de notre espèce. »

BOTANIQUE. — *Sur le Kinkéliba; son origine botanique.* Note de MM. E. Perrot et G. Lefèvre, présentée par M. Guignard.

« Le Kinkéliba est, en général, un arbrisseau touffu, de 2^m à 4^m de hauteur, mais qui peut atteindre, dans certaines régions de l'Afrique occidentale, des dimensions beaucoup plus élevées.

» D'après les Notes de voyage de M. Aug. Chevalier, il devient parfois même un arbre de 8^m à 10^m et forme çà et là de véritables petites forêts. Les feuilles, pour la plupart, jaunissent et tombent en février, mais les fruits restent encore adhérents à l'arbre. Les jeunes rameaux sont rougeâtres, et leurs extrémités deviennent sarmenteuses, blanchâtres et s'enroulent de droite à gauche. L'écorce des troncs âgés est blanc grisâtre et fibrilleuse; les fleurs, petites, de couleur vert jaunâtre, inodores, apparaissent pendant la période d'hivernage en octobre-novembre, et les fruits arrivent à maturité en février-mars.

» Le Kinkéliba croît dans les sols sablonneux (Cayor) ou sur les plateaux ferrugineux (Thiès, plateau du Soudan), sur les grès de Koulikoro, dans les sols alluvionnaires riches en humus de la Casamance, etc.

M. A. Chevalier le dit très commun dans toute la zone dénommée par lui *zone soudanienne;* très peu répandu dans la *zone guinéenne*, il paraît manquer dans la *zone sahélienne*.

» Les feuilles employées en décoction constituent l'*un des médicaments les plus courants de la médecine indigène*, et le bois en est très recherché par les Mandingues pour faire des manches d'outils.

» Les propriétés fébrifuges du Kinkéliba ont été signalées en France à l'attention générale par M. Heckel, qui préconisa particulièrement la plante contre la fièvre bilieuse hématurique (¹).

» L'espèce végétale qui fournit le Kinkéliba est incontestablement un *Combretum*, que M. Heckel nomma, après étude d'un matériel insuffisant, le *C. Raimbaulti*. Depuis cette époque, l'origine botanique du Kinkéliba reste en discussion, et nous voulons donner ici les caractères qui permettent de trancher cette difficulté.

» Heckel rapproche ce végétal, qu'il croit être une nouvelle espèce, du *C. glutinosum* Guill. et Perrott., et, renchérissant sur cette manière de voir, un article du *Public Opinion*, en 1895, le rattache complètement à cette dernière espèce.

» Engler (²), au contraire, dit, l'année suivante, que la plante mère du Kinkéliba est le *C. altum* Guill. et Perrott. identique lui-même au *C. micranthum* Don.

» Disposant d'un abondant matériel mis à notre disposition par M. Chevalier, par le jardin colonial de Nogent-sur-Marne et par le Muséum d'Histoire naturelle, nous avons porté nos recherches sur l'histologie aussi bien que sur la morphologie externe, et nous devons nous ranger à l'opinion du savant directeur du Muséum de Berlin.

» Les divergences de vue des systématiciens sont parfaitement explicables si l'on considère le polymorphisme de cette plante, dont le port est extrêmement variable avec les conditions biologiques naturelles.

» Tantôt c'est une liane sarmenteuse s'enroulant sur les arbres voisins et *presque privée de feuilles;* d'autres fois, au contraire, elle se présente sous la forme d'un buisson touffu *à feuillage très dense*. De plus, son aspect varie considérablement avec l'époque de l'année : c'est ainsi que, au moment de l'apparition des fruits, le feuillage s'éclaircit et l'arbuste se dénude de plus en plus, pendant que les feuilles restées adhérentes passent du vert au

---

(¹) E. HECKEL et SCHLAGDENHAUFFEN, *Répert. de Pharmacie*, t. III, 1891, p. 216-252.

(²) *Notizbl. des Königl. bot. Gart. und Mus. zu Berlin*, 1896, p. 151.

jaune plus ou moins rougeâtre. Enfin, M. Chevalier affirme avoir rencontré côte à côte des Kinkélibas arborescents, les uns couverts de feuilles quand leurs voisins en étaient presque entièrement dépourvus.

» Le Kinkéliba présente toujours des feuilles opposées, pétiolées, ovales, plus ou moins atténuées aux deux extrémités et acuminées au sommet. Les épis floraux sont axillaires, entourés de bractées charnues et caduques, et souvent composés de fort nombreuses petites fleurs légèrement rosées et ponctuées de taches couleur rouille.

» Chacune d'elles comprend un calice à quatre dents, quatre pétales en languette et huit étamines exsertes sur deux verticilles, les épisépales insérés au-dessous des épipétales; à la base des filets des étamines et séparant le gynécée, on distingue nettement une couronne de poils. Le style est droit, plus court que les étamines et terminé par un renflement stigmatique. L'ovaire est un tube oblong, court, et donne un fruit mûr courtement pédonculé, d'une longueur de 10^{mm} à 12^{mm}, qui est lui-même pourvu de quatre ailes membraneuses semi-lunaires, finement striées dans le sens horizontal et un peu découpées sur les bords. Elles sont vert pâle et prennent à la maturité un aspect argenté avec de petites stries brillantes rayonnant du centre à la périphérie qui lui donnent un aspect moiré. La surface du fruit comprise entre ces ailes est couverte, à l'état frais, de petites écailles pourpre noirâtre et, à l'état sec, d'une poussière brune abondante. Le fruit renferme une seule graine, à deux cotylédons charnus et plissés.

» Cette description est parfaitement conforme à celles que Don, Guillemin et Perrottet, Spach ont fournies du *C. micranthum* Don, et l'examen des échantillons authentiques de l'herbier du Muséum de Paris ne laisse aucun doute à cet égard.

» D'ailleurs, des comparaisons anatomiques nous apportent ici un caractère de premier ordre : c'est l'absence, dans l'intérieur du bois de la tige du Kinkéliba et du *C. micranthum*, de tout îlot de tissu criblé, tandis qu'au contraire le *C. glutinosum* possède des îlots criblés interligneux. La distribution et la répartition des poils épidermiques en rosette, de l'oxalate de calcium, fournissent aussi d'excellents éléments de différenciation.

» En un mot, le Kinkéliba est une plante arborescente de port variable, dont les feuilles, très employées en médecine indigène dans toute l'Afrique occidentale, méritent de retenir de nouveau l'attention afin d'en déterminer la véritable valeur thérapeutique. On ne devra pas oublier, dans de semblables recherches, que des espèces de *Combretum* voisins pourront être facilement mêlés au véritable Kinkéliba, qui est fourni par le *C. micranthum* Don. Le *C. Raimbaulti* de M. Heckel n'est qu'une des nombreuses formes sous lesquelles se présente cette espèce, dont le port est extrêmement variable, suivant les conditions de culture, d'exposition ou même suivant l'époque de l'année. »

GÉOLOGIE. — *Sur les rapports tectoniques entre la Grèce et la Crète occidentale.* Note de M. L. CAYEUX, présentée par M. Marcel Bertrand.

« L'importance de la Crète, au point de vue tectonique, s'est considérablement accrue depuis que M. Suess, dans son analyse magistrale de la chaîne alpine, en a fait l'un des principaux éléments de son arc dinarotaurique. L'illustre géologue de Vienne, en s'appuyant sur les travaux de ses compatriotes et de deux savants français, Boblaye pour la Morée (Péloponèse) et M. Raulin pour la Crète, a fixé la liaison tectonique de ces deux régions de la façon suivante :

» D'une part, la chaîne dinarique pénètre dans la Grèce et la traverse suivant une direction sud-est ou sud-sud-est jusqu'aux caps Matapan et Malée, au sud du Péloponèse.

» D'autre part, il semble y avoir en Crète, selon M. Suess, « les fragments de deux chaînes parallèles, dont l'un irait de l'extrémité orientale jusqu'à la baie de Messara, et l'autre de la baie de Mirabella jusqu'à l'extrémité occidentale de l'île. Peut-être, ajoute M. Suess, les trois promontoires de Ghrabousa, Spadha et Maleka (Akrotiri), dans le nord-ouest de l'île, appartiennent-ils à une troisième chaîne » [1]. La direction de ces zones de plissement serait ouest-est. En raison du recourbement très marqué, vers l'est, des plis orientaux de la Grèce septentrionale, M. Suess a admis que le système dinarique se replie également dans cette direction, au delà du Péloponèse, et que la Crète, avec ses chaînes orientées ouest-est, en est le prolongement. La Crète serait donc un arc montagneux ouest-est, reliant, avec Chypre, la chaîne dinarique au Taurus.

» Lorsque M. Suess a exprimé ces vues, les travaux de M. Philippson sur le Péloponèse n'étaient pas encore publiés, et la tectonique de la Crète restait à déchiffrer. Mais il a tiré un parti si merveilleux des documents et indices relatifs aux directions de plissement de la Grèce que les études détaillées de M. Philippson n'ont pas nécessité la moindre retouche à ses conclusions.

» Je n'ai exploré, l'année dernière, avec M. Ardaillon, que la partie occidentale de la Crète; je ne suis donc pas en mesure de caractériser la tectonique de l'île entière. Mais il est d'ores et déjà acquis qu'il faut tout

---

(1) ED. SUESS, *Das Antlitz der Erde*. Trad. E. de Margerie, t. I. p. 661.

au moins ajouter quelque chose à la conception de M. Suess, relativement à la Crète et à l'arc dinaro-taurique.

» La Crète occidentale est formée par un faisceau de plis parallèles, dirigés sensiblement nord-sud dans la partie septentrionale, et qui s'infléchissent progressivement vers l'ouest, pour disparaître sur le bord de la mer, avec une direction sud-ouest et parfois presque ouest-sud-ouest. Ces plis devaient prendre une direction est-ouest à une faible distance de la côte, si leur courbure continuait à s'accentuer, au delà des limites actuelles de l'île. Cette zone de dislocation se résout en une série de grands anticlinaux plus ou moins accidentés par des failles. J'ai pu les suivre sans interruption à travers le Trias métamorphique, où ils sont parfaitement dessinés, et dans les formations secondaires plus récentes.

» Il en résulte que l'hypothèse de M. Suess sur les promontoires de Ghrabousa et de Spadha doit être abandonnée. Ces presqu'îles, ainsi que l'île H. Theodoros, à peine détachée de la côte, ne forment pas une chaîne ouest-est. Elles représentent les terminaisons septentrionales des anticlinaux. Chacune d'elles est formée par la retombée orientale d'une grande voûte dont le flanc occidental s'est écroulé. Ainsi s'explique la forme très dissymétrique des promontoires, limités par un abrupt à l'ouest et par une pente plus ou moins douce à l'est.

» Ce trait se retrouve très accentué dans l'île de Pondiko-Nisi qui s'élève à l'ouest de la Crète. Bien que je n'aie vu cette île qu'à distance, en me rendant en Sicile, son profil est tellement caractéristique que je n'hésite pas à la considérer comme le témoin d'un anticlinal plus occidental dont le flanc ouest s'est effondré, suivant la règle.

» Ce dessin des plis, à courbure diamétralement opposée à celle que doit présenter l'arc dinaro-taurique, dans la Crète occidentale, ne paraît pas se poursuivre bien loin vers l'est; j'ai fait un certain nombre de mesures de direction qui permettent de supposer que le prolongement du système dinarique se retrouvera vers l'est, conformément à la conception de M. Suess.

» Parmi les faits que ces observations mettent en lumière, j'insisterai sur les deux suivants :

» 1. La physionomie si particulière de la Crète occidentale, avec ses longs promontoires anguleux qui s'avancent du sud au nord, à la rencontre des longues presqu'îles du Péloponèse, n'est point l'œuvre du hasard. Elle correspond à une tectonique bien différente de celle qui avait été prévue. Elle résulte avant tout d'effondrements qui ont engendré les presqu'îles,

en détruisant invariablement le versant occidental des anticlinaux. Ces écroulements ont respecté et même accusé le dessin général des plis du nord de l'île, puisque la direction des promontoires est sensiblement celle des lignes de dislocation.

» 2. Si le système dinarique se poursuit effectivement vers l'est, il convient d'admettre qu'une branche très importante s'en détache suivant une direction presque opposée. Le district le plus occidental de l'île correspond à l'amorce de cette nouvelle chaîne. Dans quelle direction celle-ci se déployait-elle au large? Les progrès de la géologie africaine nous diront peut-être un jour qu'elle conservait sa direction sud-ouest, ou qu'elle continuait à se courber vers l'ouest, pour prendre finalement la direction est-ouest et rejoindre de toutes façons le continent africain. »

GÉOLOGIE. — *Un point de la géologie des environs de Bayonne.* Note de M. **R. Chudeau**, présentée par M. Alfred Giard.

« Entre la Nive et la Joyeuse, les traits principaux de l'orographie sont orientés suivant une direction sensiblement SW-NE déterminée par le massif du Labourd. Cette direction est bien indiquée par la bande jurassique de Cambo ; les affluents de la Joyeuse avaient primitivement la même orientation, et le réseau hydrographique actuel résulte de nombreux phénomènes de capture; les points d'altitude supérieure à 100^{m} ne se trouvent en général qu'au sud d'une ligne allant de Ustanitz à Burgain : la seule exception notable est fournie par la série des hauteurs qui s'étendent de Mentachoury (149^{m}, route d'Hasparren) à l'Adour en passant par Mouguerre.

» L'étude des terrains qui affleurent au sud de ce bourg permet, je crois, d'expliquer cette anomalie. On ne peut distinguer que deux termes : le Cénomanien (flysh à silex) et le Turonien-Sénonien (marnes de Bidart); les fossiles, toujours rares autour de Bayonne, font défaut dans la région visée, et l'on n'a pour se guider que les caractères lithologiques. Dans l'ensemble, les marnes de Bidart forment depuis la route d'Hasparren jusque vers Briscous un synclinal [synclinal de la route d'Oloron (Gorceix, *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXI)] dont le fond est à la cote 30^{m}. Au sud de Mouguerre deux mamelons cénomaniens (103^{m}-118^{m}), à pente assez raide, l'interrompent presque complètement. A l'est de cet étranglement, la bande marneuse est plus large que ne l'indique la carte de Gorceix (*loc. cit.*, p. 385)

et arrive à 400^m au nord du Petit-Mouguerre. Quelques lambeaux marneux collés aux flancs des mamelons ont leur plongement suivant les lignes de plus grande pente; au pied de ces éminences, les affleurements des marnes en suivent les contours. Dès qu'on s'en éloigne un peu, ils reprennent la direction générale du synclinal. Les couches cénomaniennes, complètement décalcifiées, ne sont reconnaissables qu'aux nombreux débris de silex qui couvrent le sol; leur allure est impossible à suivre. Cependant, vers l'extrémité nord du mamelon sud, une carrière les montre plongeant légèrement vers l'est dans sa partie orientale, vers l'ouest dans sa partie occidentale.

» Il est probable que ces deux collines cénomaniennes, et quelques autres voisines, doivent leur existence à deux massifs d'ophite que les plissements pyrénéens auraient rapprochés de la surface. La preuve directe de l'existence de l'ophite est impossible à donner; cependant l'allure du terrain semble bien l'indiquer, et, un peu plus au nord, sur le prolongement de la même série de hauteurs, la carrière d'ophite signalée par Gorceix (*loc. cit.*, p. 377) sous la maison Heider est toujours visible. A ce point, la brèche ophitique et l'absence de métamorphisme montrent que la roche d'intrusion a été mise en place après sa consolidation. On peut d'ailleurs remarquer que tous les points d'altitude élevée situés au nord de la ligne précédemment indiquée sont en relation certaine avec l'ophite [colline Sainte-Barbe (149^m), château de Mauléon (80^m), ophite d'Urt (90^m)] ou probable [maison Laduch (40^m)] et affectent les mêmes formes topographiques [1]. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur un principe de classification rationnelle des gorges creusées par les cours d'eau.* Note de M. **Jean Brunhes**, présentée par M. de Lapparent.

« L'observation comparative des gorges du versant nord des Alpes suisses m'a conduit aux conclusions suivantes :

» Le nom de *gorges* a été jusqu'ici indifféremment donné à toutes les parties resserrées et encaissées des vallées, quelles que fussent l'allure et la physionomie des parois encaissantes. Or, il y a un type de gorge qui

---

[1] Qu'il me soit permis de remercier M. Seunes qui a bien voulu me fournir de nombreux renseignements sur les environs de Bayonne.

doit être regardé comme une sorte de prototype des gorges creusées par les cours d'eau ; ce type a l'avantage d'être très aisément défini. Le caractère distinctif de cette catégorie de gorges est indépendant de leurs dimensions (longueur, largeur et profondeur des parties encaissées), ainsi que de leur position par rapport à l'ensemble des vallées; il n'est pas non plus lié à telles ou telles roches; il consiste dans un véritable fait de Géographie physique, dans le modelé spécial des parois : ces parois présentent, sur des surfaces *continues* (et d'ailleurs plus considérables de haut en bas et d'amont en aval), les formes creuses et ovoïdes qui sont les vestiges manifestes d'anciennes marmites. Ce caractère bien déterminé et indiscutable nous permet de classer dans un même groupe toutes les gorges ou parties de gorge, *grandes ou petites*, qui sont pareillement constituées : gorges de l'Aar, gorges de la Tamina, gorges du Trient, gorges du Gorner près de Zermatt, Pfaffensprung (entre Wasen et Gurtnellen, dans la vallée de la Reuss), sillons encaissés du Rhin Postérieur en amont et en aval du pont n° 2 dans la Via Mala, gorge de la Lutschine, au pied du glacier inférieur de Grindelwald, etc. ([1]).

» Quelques-unes de ces gorges ont été signalées à titre de phénomènes exceptionnels; mais, si elles sont exceptionnelles par rapport à chacune des vallées dans lesquelles elles se rencontrent, elles acquièrent la signification et l'importance d'un phénomène général si elles sont rapprochées et comparées.

» Elles n'ont pas la simple valeur de faits locaux, dus à des causes particulières : activité locale des tourbillons, dureté spéciale de la roche. Elles représentent un stade général et précis de la formation des vallées encaissées. Au lieu d'être regardées comme des faits exceptionnels, elles doivent être regardées comme des faits *normaux, exceptionnellement conservés.*

» A. Ces faits sont *normaux,* car ils se présentent dans toutes les gorges avec une simplicité et une uniformité où l'on doit voir l'application immédiate et normale de lois générales. Que les parois soient des calcaires, comme ceux du Malm dans le Kirchet, que traversent les gorges de l'Aar, ou qu'elles soient de type granitique comme au Pfaffensprung (Reuss), ou des cornes vertes comme au Trient, etc., elles présentent, avec une infinie

([1]) Nous ne parlons ici que des gorges du versant nord des Alpes suisses, qui a été le champ délimité de notre étude méthodique : les gorges de ce type sont très nombreuses ailleurs, gorges du Fier, gorges de la Diosaz, gorges de la Drance du Biot, etc.

variété dans le détail, le même dessin, la même sculpture. Ce sont, ici et là, des séries superposées et juxtaposées de tourbillons successifs qui ont élaboré, parfois sur plus de 20^m de hauteur et plus de 100^m de longueur, ces parois tout entières composées de fragments, de portions, l'on pourrait presque dire de *tessons* de marmites : on dirait, à tous les niveaux, des amphores éventrées, dont toute la partie centrale aurait disparu, mais dont il resterait face à face deux morceaux dont la rotondité et les moulures attesteraient la communauté d'origine.

» B. Ces faits normaux sont éphémères; ils subsistent rarement, ils ne peuvent être qu'*exceptionnellement conservés,* en vertu même du jeu des forces qui les produisent. Les tourbillons détruisent eux-mêmes leurs propres œuvres, et je me propose de revenir prochainement sur ce point. Aussi ne retrouvons-nous ce prototype des gorges, ces gorges à marmites, que dans les cas suivants : lorsque la gorge est toute jeune, par suite de phénomènes récents d'épigénie (gorge de l'Aar, gorges de la Tamina); lorsque le travail de creusement a été arrêté et a dû rester stationnaire (gorges du Trient); lorsque la roche, s'étant trouvée en un point spécial plus fortement cohérente et résistante, a pu conserver plus longtemps qu'ailleurs les vestiges de marmites (Pfaffensprung).

» J'ai étudié d'une manière spéciale les gorges de l'Aar, les gorges de la Tamina et les gorges du Trient, comme représentant des cas diversement intéressants des gorges à marmites. En comparant toutes les autres gorges ou parties de gorge à ce type, on est en possession d'un principe de véritable classification morphologique :

» 1° Ou bien les gorges sont à ce stade précis;

» 2° Ou bien elles représentent ce stade en voie d'élaboration; et je signale tout particulièrement à ce titre les deux gorges du Trümmelbach et du Dündenbach (Hexenkessel), qui, par leurs gradins successifs, manifestent le mécanisme détaillé de la formation progressive de plus grandes gorges à marmites, telles que celles de l'Aar;

» 3° Ou bien les gorges observées représentent ces gorges primitives dégradées et à des stades plus ou moins avancés, ou plus ou moins compliqués, de la dégradation : telles sont la Via Mala, dans sa plus grande partie (exception faite des deux sillons voisins du pont n° 2 et déjà signalés), le Schyn (vallée de l'Albula), la gorge du Durnant (émissaire du lac Champey, dans le Valais), etc.

» 4° D'autres enfin n'ont jamais passé par le type normal de gorges à marmites; non pas que les tourbillons n'aient pas été là aussi les agents essentiels du creusement, mais parce que la roche n'a pu supporter l'action de l'agent sculpteur. Trois cas principaux se rencontrent : *a*. Le terrain dans lequel le cours d'eau creuse une gorge est composé d'éléments disparates et incohérents, dépôts glaciaires, fluvio-glaciaires, terrasses fluviales, etc. (exemple caractéristique : gorge de la Rofna, entre Molins et Tinzen, sur la Julia, affluent de l'Albula); *b*. La roche se débite naturellement en grands parallélépipèdes, et dès que le tourbillon rencontre une diaclase, l'écroulement

se produit sans que la marmite ait pu s'élaborer complètement (exemple caractéristique : gorge du Pont-du-Diable dans la haute vallée de la Reuss); *c*. La roche est fissurée et caverneuse; l'eau se précipite par toutes les fentes qu'elle rencontre et poursuit rapidement sa chute d'étage en étage, sans avoir les loisirs d'élaborer une suite régulière et continue de marmites. La Spéléologie nous montre, en effet, tantôt des portions de cours souterrains de rivières, façonnées selon le type que nous appelons *normal* avec de très nombreuses formes de marmites, tantôt des portions de cours où les formes de marmites sont tout à fait absentes.

» Malgré ce quatrième groupe, qui comprend des cas divers de gorges ayant échappé au stade de gorges à marmites, il importe de conserver à celles-ci leur signification générale de type normal : elles sont le seul type qui révèle le procédé réel du creusement de toutes, et qui permette de classer toutes les autres par rapport à un terme fixe et morphologiquement défini. »

MICROBIOLOGIE. — *Étude microbiologique du rouissage aérobie du lin.* Note de M. L. **Hauman**, transmise par M. Duclaux.

« Le rouissage anaérobie et le rouissage aérobie sont évidemment deux phénomènes comparables, car ils donnent des résultats identiques; la seule différence consiste dans la nature des organismes qui entrent en jeu.

» Les procédés ordinaires d'isolement m'ont montré la présence des espèces suivantes, sur des tiges de lin roui en prairie :

» *Bacillus coli communis, B. mesentericus fuscus, B. fluorescens liquefaciens, B. mycoides, B. subtilis, Streptothrix Forsteri, Micrococcus roseus; Penicillium glaucum, Mucor mucedo, Cladosporium herbarum.* Ce sont toutes espèces banales de l'air et de la surface du sol.

» J'ai réalisé des rouissages aérobies avec des cultures pures de ces différentes espèces et aussi de *Botrytis cinerea, Sclerotinia Libertiana* et *Aspergillus niger*.

» Les tiges de lin, introduites dans de larges tubes longs de 50^{cm}, étaient stérilisées par des chauffages répétés à 110°; une température supérieure produit la dissociation partielle des fibres. Chaque tube contenait quelques centimètres cubes d'eau légèrement additionnée de bouillon ou de moût de bière.

» Au bout d'une dizaine de jours, le rouissage s'était produit dans tous les essais, mais l'activité des divers organismes n'avait pas atteint partout les mêmes résultats. D'une façon générale, les moisissures sont beaucoup plus énergiques que les bactéries : non seulement elles rouissent, mais elles attaquent la cellulose des fibres, qui perdent

ainsi toute solidité. Seul le *Cladosporium herbarum* n'a pas montré une activité supérieure à celle des bactéries.

» Les treize espèces banales mises en expérience sont donc capables de rouir le lin. Comme M. Duclaux l'a récemment pressenti ([1]), le rouissage n'est pas une propriété spécifique; au reste, n'est-il pas le début surveillé, conduit et arrêté, du phénomène général de réduction et de destruction des matières organiques mortes par les microbes?

» Cependant, il m'a paru évident qu'en réalité deux ou trois espèces seulement interviennent d'une manière prépondérante. Parmi celles citées plus haut, le *B. coli*, le *B. mesentericus* et le *Cladosporium herbarum* se trouvaient en abondance et avaient le rôle principal dans les rouissages que j'ai examinés.

» On pourrait objecter que, dans le rouissage à la rosée, l'action des organismes inférieurs est peut-être complétée par celle des agents atmosphériques. L'expérience suivante répond négativement à cette objection.

» Deux poignées de lin ont été exposées sur prairie, l'une à côté de l'autre, des derniers jours d'avril aux derniers jours de mai. L'une (A) était restée dans les conditions ordinaires du rouissage; la seconde (B) était, tous les deux ou trois jours, plongée dans une atmosphère d'aldéhyde formique, afin d'empêcher tout développement microbien. Après un mois, l'échantillon A était complètement roui, tandis que B n'avait pas même subi un commencement de rouissage.

» Ces faits établis, j'ai voulu étudier plus intimement le mécanisme du rouissage.

» L'examen morphologique des tiges rouies et non rouies montre que le rouissage détermine la destruction du parenchyme cortical, du parenchyme qui sépare les faisceaux fibreux, et aussi des lamelles mitoyennes de pectate de chaux qui se trouvent entre les fibres et les unissent dans ces faisceaux. Or, ces parenchymes sont des tissus tendres gorgés de corps pectiques, comme le montre la réaction microchimique de la phénolsafranine, qui colore en rouge les matières cellulosiques et en jaune brun les corps pectiques. Ainsi, dans une coupe transversale d'une tige non rouie, les faisceaux fibreux apparaissent roses et sont enveloppés de tissus colorés en jaune. Des coupes analogues faites avec du lin roui et traitées de même montrent les fibres dissociées privées de lamelles mitoyennes et des tissus pectiques qui les entouraient auparavant.

([1]) *Traité de Microbiologie*, t. IV, p. 458.

» Ces faits sont confirmés par l'analyse chimique; elle accuse des quantités notables (18,59 pour 100, d'après Fremy) de corps pectiques dans le lin non roui, tandis qu'on n'en trouve plus ou seulement des traces dans le lin roui.

» Les corps pectiques du lin, solubles (pectines) ou insolubles (pectose, pectate de chaux), sont donc détruits par les microbes rouisseurs. Le *Bacillus coli*, le *B. fluorescens liquefaciens*, le *Cladosporium herbarum*, le *Penicillium glaucum* et l'*Aspergillus niger*, ensemencés dans des solutions de pectines très légèrement enrichies de peptone, se développent abondamment; la baisse considérable du pouvoir rotatoire des liqueurs sur la lumière polarisée montre la disparition de la pectine au sein de ces liquides.

» D'autre part, des gelées pectiques, obtenues par précipitation, avec l'acétate de chaux, de solutions concentrées de pectine et additionnées aussi de peptone, ont été liquéfiées plus ou moins rapidement et totalement par les mêmes organismes et aussi par les *B. subtilis* et *mesentericus fuscus*.

» Il m'a paru intéressant de rechercher si cette liquéfaction du pectate de chaux ne se fait pas par l'intermédiaire d'une zymase spéciale.

» Du lin, débarrassé par macération de composés solubles, afin d'obtenir des liquides de culture moins colorés, a été introduit dans des ballons à large fond plat, renfermant une mince couche d'eau additionnée de 1,5 pour 100 de saccharose. Après stérilisation, divers organismes ont été ensemencés sur ce lin. Après 10 jours, les liquides de culture ont été filtrés au filtre Chamberland; puis les liquides ainsi obtenus, additionnés d'un peu de chloroforme, ont été soumis aux essais suivants :

» 1° Sur du pectate de chaux, la liquéfaction a été obtenue d'une façon très nette avec les produits de sécrétions de l'*Aspergillus niger*, du *Penicillium glaucum*, du *Bacillus mesentericus* et, plus légèrement, avec ceux du *Cladosporium herbarum* et du *Streptothrix Forsteri*.

» 2° Sur des tiges de lin, les cinq liquides aseptiques ont roui le lin.

» 3° Sur de la cellulose de papier mince : seuls les liquides de culture de l'*Aspergillus* et du *Penicillium* ont attaqué la cellulose, ce qui montre ici une sécrétion simultanée de cytase et de la diastase du pectate de chaux.

» L'étude de ces diastases sera continuée, mais je peux, dès à présent, tirer de ce travail les conclusions suivantes :

» I. Le rouissage aérobie du lin est une action purement biologique, qui peut être accomplie par les bactéries et les moisissures banales de l'atmosphère et de la surface du sol.

» II. Il est la conséquence de la disparition dans les tiges des tissus jeunes gorgés de corps pectiques qui séparent les faisceaux fibreux et des lamelles de pectate de chaux unissant les fibres dans ces faisceaux. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'influence des lécithines sur le développement du squelette et du tissu nerveux.* Note de MM. A. **Desgrez** et **Aly Zaky**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons établi, dans une première Note (¹), l'influence favorable exercée par les lécithines de l'œuf sur les échanges nutritifs. Un des points sur lesquels nous avons particulièrement appelé l'attention fut l'action spéciale produite par ces substances sur l'élimination du phosphore. L'analyse des urines montra, en effet, que les lécithines provoquent une rétention constante de cet élément. Comme le phosphore exerce un rôle prépondérant dans la formation du squelette et du tissu nerveux, nous avons cru devoir rechercher également quelles modifications subissent ces deux parties essentielles de l'organisme sous l'influence des lécithines.

» Nos expériences ont porté sur des cobayes, des lapins et des chiens. Après avoir reçu de la lécithine, pendant un certain temps, par voie sous-cutanée ou stomacale, ces animaux ont été sacrifiés par hémorragie. Leur poids a été pris au début et à la fin de l'expérience. On a, de plus, isolé avec soin et pesé : 1° leur encéphale, ou une partie seulement de cet organe, le cerveau ; 2° leur fémur gauche. On a également noté la longueur de cet os, prise au compas et reportée sur un décimètre. Dans un certain nombre de cas, on a déterminé, en outre, le poids des matières minérales, des lécithines et du phosphore total contenus dans ces divers organes. Tous les animaux étaient comparés à des témoins de même poids initial, le plus souvent de même portée. Les uns et les autres recevaient, à discrétion, une nourriture de composition identique.

» Nous ne donnons ici qu'une série de chacun des trois groupes d'animaux sur lesquels nous avons expérimenté :

» I. *Cobayes.* — Série comprenant deux lots de cinq cobayes chacun, les premiers jouant le rôle de témoins, les seconds recevant chaque jour 0g,05 de lécithine par voie stomacale. Cette substance fut administrée du 1er novembre jusqu'au 24 décembre 1901.

(¹) *Comptes rendus*, 17 juin 1901.

Tous les animaux furent sacrifiés les 6 et 7 janvier suivants. Les témoins réunis avaient gagné 780^g, les cobayes lécithinés 1200^g.

		Cerveaux et cervelets réunis. — Poids		Fémurs gauches réunis. — Poids	
	Poids.	absolu.	pour 1000.	absolu.	pour 1000.
Témoins réunis................	2510^g	16^g,56	6^g,59	6^g,16	2^g,45
Cobayes ayant ingéré la lécithine.	2840^g	18^g,14	6^g,39	6^g,65	2^g,34

» On a dosé le phosphore total et la lécithine des cerveaux; de même les cendres et l'acide phosphorique des fémurs.

	Cerveaux et cervelets.		Fémurs.	
	Phosphore total pour 100 d'organe.	Lécithine pour 100 d'organe.	Mat. minér. pour 100 d'os.	Anhyd. phosphor. pour 100 de mat. minérale.
Témoins...........	0^g,358	4^g,03	66^g,80	39^g,68
Cobayes lécithinés...	0^g,373	4^g,19	69^g,30	41^g,52

» II. *Lapins.* — Deux lapins, frères, mâles; l'un sert de témoin, le second reçoit, chaque jour, 0^g,10 de lécithine en pilules. Sacrifiés au bout de 40 jours. Le poids du premier a augmenté de 200^g; celui du second s'est accru de 350^g.

		Cerveau et cervelet réunis. — Poids			Fémur gauche. — Poids	
	Poids.	absolu.	pour 1000.	Longueur.	absolu.	pour 1000.
Témoin...........	2020^g	8^g,18	4^g,05	8^{cm},85	8^g,26	4^g,09
Lapin lécithiné....	2200^g	9^g,28	4^g,21	9^{cm},25	8^g,59	3^g,94

» Les dosages ont donné :

	Cerveau et cervelet. —	Fémur gauche.	
	Phosphore total pour 100 d'organe.	Mat. minér. pour 100 d'os.	Anhyd. phosphor. pour 100 de mat. minérale.
Témoin.......................	0^g,341	61^g,74	38^g,01
Lapin lécithiné................	0^g,367	66^g,20	39^g,91

» *Chiens.* — Deux chiens, frères, furent mis en expérience du 1er octobre 1901 au 6 décembre suivant; le premier servant de témoin, le second recevait 0^g,10 de lécithine par jour. Ces animaux furent sacrifiés les 6 et 7 décembre 1901; le premier avait augmenté de 300^g, le second de 1380^g.



	Poids.	Cerveau seul. — Poids absolu.	pour 1000.	Fémur gauche. — Longueur.	Poids absolu.	pour 1000.
Témoin...........	2750^g	46^g,42	16^g,88	9^{cm},3	10^g,27	3^g,74
Chien lécithiné....	3780^g	49^g,90	13^g,20	9^{cm},6	11^g,00	2^g,91

» Les dosages ont donné :

	Cerveau seul. — Phosphore total pour 100 d'organe.	Lécithine pour 100 d'organe.	Fémur gauche. — Mat. minér. pour 100 d'os.	Anhyd. phosphor. pour 100 de mat. minérale.
Témoin............	0^g,365	3^g,73	61^g,03	38^g,90
Chien lécithiné.....	0^g,397	4^g,06	62^g,81	37^g,86

» *Conclusions.* — Les déterminations qui précèdent établissent, d'une façon générale, ce que nous avait déjà indiqué le coefficient azoturique, à savoir que l'augmentation de poids des animaux recevant de la lécithine ne correspond pas à un ralentissement de la nutrition, mais porte, proportionnellement, sur le squelette et le système nerveux. Nous pensons, en outre, avoir démontré que l'acide phosphorique retenu par l'organisme, sous l'influence de la lécithine, est normalement utilisé pour le développement de la cellule osseuse et de la cellule nerveuse. Dans les quelques cas où ils ont été pratiqués, les dosages de lécithine indiquent que cette substance augmente dans le tissu nerveux sous l'influence du traitement, non qu'il s'agisse, assurément, de la lécithine même fournie à l'animal, mais bien de celle qu'il forme par synthèse.

» A un point de vue différent, nos déterminations confirment cette règle physiologique, bien établie par M. Ch. Richet, que le poids du cerveau seul ou de l'encéphale entier diminue, par rapport au poids du corps, à mesure que le poids du corps augmente. Elles montrent, enfin, que, des trois groupes d'animaux étudiés par nous, ce sont les cobayes qui présentent les os les plus minéralisés. La moyenne des cendres du fémur est, en effet, de 67 pour 100 chez le cobaye, de 64 pour 100 chez le lapin, alors qu'elle n'atteint que 62 pour 100 chez le chien. »

PATHOLOGIE. — *La vaccination contre les pasteurelloses (fièvre typhoïde du cheval; maladie des jeunes chiens; choléra des poules; septicémies hémorragiques du mouton, du bœuf, du porc, etc.).* Note de MM. **Joseph** et **Marcel Lignières**, présentée par M. Roux.

« Sous le nom de *pasteurelloses* l'un de nous a décrit (1900) un groupe de maladies du même type, dont la plupart appartenaient à l'ancien groupe des *septicémies hémorragiques*.

» Des recherches poursuivies depuis 1897 nous ont convaincus de la possibilité de prévenir ces maladies par une véritable *vaccination*. Nos expériences ont porté : sur le cheval, pour la fièvre typhoïde et la pneumonie; sur les oiseaux et le lapin, pour le choléra des poules; sur le chien, pour la maladie du jeune âge; sur le bœuf et le mouton, pour la septicémie hémorragique (*lombriz, cachexie aqueuse, diarrhée,* etc.); à l'heure actuelle, 70000 moutons ont été ainsi vaccinés dans les conditions les plus diverses.

» 1° *Atténuation des cultures.* — L'action de la chaleur, de l'oxygène et des antiseptiques (acide phénique et bichromate de potasse), ne donne que des résultats médiocres; il en est de même de l'inoculation des cultures tuées par la chaleur, le chloroforme ou le formol, des microbes broyés suivant le procédé de Koch ou des toxines.

» Après beaucoup d'essais nous nous sommes arrêtés au procédé ci-après :

» Les cultures sont entretenues, sur gélose-agar, par réensemencements tous les deux jours; nous n'utilisons que des cultures ainsi entretenues depuis plus d'un an; à l'heure actuelle, toutes nos cultures ont été renouvelées plus de 500 fois; nous croyons éviter ainsi plus sûrement les retours à la virulence toujours redoutables.

» Pour la préparation des vaccins, ces cultures sont ensemencées dans des flacons à fond plat contenant une couche de bouillon peptone épaisse de 1^{cm} à 2^{cm}; ces flacons sont ensuite placés à 42°-43°, pendant 5 jours pour le premier vaccin, pendant 2 jours pour le deuxième vaccin.

» L'atténuation ainsi obtenue permet d'inoculer, sans accident, des animaux de tout âge et de toutes races, même quand la maladie a déjà fait son apparition dans les troupeaux.

» 2° *Choix du virus.* — Faut-il utiliser pour chaque espèce la pasteurella qui lui est spéciale? Ou bien le vaccin contre le choléra des poules, par exemple, est-il actif vis-à-vis de la fièvre typhoïde du cheval et de la pasteurella ovine; ou vaut-il mieux faire un vaccin polyvalent dans lequel entrent un grand nombre de variétés de pasteurella?

» Après avoir essayé pour la pasteurellose ovine : 1° un vaccin fait en mélangeant plusieurs pasteurella retirées de moutons atteints de la maladie naturelle; 2° un vaccin

obtenu avec une seule pasteurella ovine; 3° un vaccin préparé avec l'une des pasteurella bovine, canine, équine, porcine ou aviaire; 4° un vaccin fait en mélangeant les pasteurella du mouton, du bœuf, du chien, du cheval, du porc et des oiseaux, nous avons donné la préférence à ce dernier vaccin obtenu à l'aide de six pasteurella types. Ce vaccin est polyvalent, c'est-à-dire appliquable contre toutes les pasteurella indistinctement.

» 3° *Vaccination.* — $\frac{1}{4}$ de centimètre cube suffit pour les moutons et les chiens de petite taille; $\frac{1}{2}$ centimètre cube pour les veaux et les porcs; $\frac{3}{4}$ à 1^{cm^3} pour le bœuf et le cheval; $\frac{1}{8}$ de centimètre cube pour les oiseaux et les lapins. Les moutons supportent facilement 5^{cm^3} en une injection. Les meilleurs résultats sont donnés par deux vaccinations pratiquées à 12 ou 15 jours d'intervalle. Les injections peuvent être faites sous la peau ou dans le péritoine.

» Dans les localités où la maladie sévit en permanence il est indiqué de vacciner les animaux 8 à 10 jours après leur naissance. Si, plus tard, la maladie apparaît à nouveau, il ne faut pas hésiter à revacciner. Souvent l'affection ne se montre qu'après le sevrage. Dans ces conditions, il est utile de vacciner un peu avant cette époque. La durée de l'immunité varie suivant les espèces et suivant les sujets; pratiquement, il faut considérer qu'elle ne dépasse pas une année. Nous conseillons donc de vacciner tous les ans sans attendre le retour de la maladie.

» Les animaux vaccinés résistent à une inoculation qui tue les témoins ou les rend très malades. On peut facilement surmonter l'immunité en faisant l'inoculation d'épreuve dans les veines. Les résultats sont surtout appréciables quand il s'agit de combattre des formes aiguës, septicémiques, comme le choléra des poules; ils sont moins satisfaisants dans les formes lentes où les associations microbiennes sont la règle. Cependant, même dans ces cas, si les inoculations sont faites en temps opportun, la mortalité chez les vaccinés ne dépasse pas 12 à 15 pour 100; elle est de 50 pour 100 sur les animaux témoins. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Étiologie du chancre et de la gomme des arbres fruitiers.* Note de M. **F.-P. Brzezinski**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les ravages des arbres fruitiers dus au chancre et à la gomme attiraient depuis longtemps l'attention des naturalistes. Malgré des recherches nombreuses, la cause de ces maladies était loin d'être dévoilée. D'après M. R. Gœthe, le chancre du Pommier serait dû à un champignon parasite, le *Nectria ditissima;* mais les observations postérieures de MM. Frank et Sorauer ont démontré que la même maladie pouvait être provoquée par la gelée, les piqûres du puceron lanigère, etc., et que l'intervention du *Nectria* n'est pas indispensable.

» D'après nos recherches inédites, datant de 1896, le *Nectria ditissima* ne serait qu'un saprophyte dont le mycélium n'attaque pas les tissus vivants

du Pommier, ne s'y laisse pas inoculer, mais pénètre dans l'écorce inerte, dans les tissus tués par le chancre et accompagne même le *Fusicladium* sur des fruits tavelés. A part les périthèces et les conidies, il produit dans des milieux nutritifs des pycnides et des formes levures, inconnues jusqu'alors. Sa présence dans le chancre n'est pas du tout constante.

» La cause du chancre est toute différente. Voilà déjà 3 ans que nous avons trouvé des microbes dans les tissus malades et, ne voyant aucune exception, nous avons considéré ces organismes comme la véritable cause du chancre. Restait à savoir comment la maladie se propage à travers les tissus vivants et à chercher si elle est contagieuse. La première question était facile à élucider, la deuxième exigeait du temps et de la patience.

» Dans les branches malades, on voit partir de la plaie des filons jaunâtres, bruns ou presque noirs, qui cheminent dans le bois normal jusqu'à une distance de 30^{cm} ou même davantage. Rien ne trahit leur présence à l'extérieur. Dans l'écorce, on trouve des filons semblables, mais bien plus courts. Dans tous ces filons, même les plus fins, les cellules contiennent de nombreuses bactéries, qui se laissent bien cultiver dans des milieux nutritifs et peuvent par conséquent servir, à l'état de pureté, aux expériences d'essai.

» La première série d'inoculations fut pratiquée en août 1899 sur des branches récentes ou plus âgées de Pommier, en les piquant d'une aiguille contaminée, ou en introduisant cette aiguille dans des incisions longitudinales faites par un scalpel. Dans les deux cas, le résultat a été le même : les plaies se cicatrisaient au bout de la quinzaine. A cette époque, on trouvait déjà des bactéries dans les cellules voisines de la plaie; elles manquaient entièrement aux témoins traités de la même manière, sauf que l'aiguille était stérilisée. L'année suivante, les filons caractéristiques du chancre s'étendaient jusqu'à la distance de 1^{cm} de la plaie cicatrisée; ils ne gênaient point l'accroissement de la branche et étaient englobés dans du bois nouveau et normal. Depuis, le développement des filons a beaucoup progressé et, au printemps de 1902, on voyait apparaître déjà, sur un Pommier (Reinette de Baumann), âgé de 5 ans, plusieurs plaies caractéristiques du chancre, juste aux points de l'inoculation faite en 1899.

» Il était ainsi démontré que le chancre est une maladie contagieuse, minant lentement le Pommier comme la tuberculose envahit le corps humain, et pouvant être perpétuée par des greffons contaminés. La maladie peut se conserver à l'état latent pendant des années entières, dans du bois, en y causant des lésions caractéristiques, mais sans provoquer de

plaies chancreuses, surtout lorsque l'arbre se trouve dans des conditions favorables à sa végétation. Sitôt que ces conditions changent à son détriment ou que sa végétation est ralentie par une autre cause, vieillesse par exemple, le chancre peut surgir à la fois sur plus d'un point de la branche, saine en apparence jusqu'alors. La prédisposition au chancre de certaines variétés (Calville blanc d'hiver, Rouge de Stettin, etc.) joue aussi un rôle considérable, la variété n'étant qu'un individu perpétué par la greffe.

» La bactérie du chancre des Pommiers a la forme de bâtonnets courts, divisés en deux globules géminés. Elle retient aisément divers colorants (fuchsine, bleu de méthyle, violet de gentiane); incluse dans les tissus du Pommier, elle a besoin d'être très colorée pour se distinguer nettement du protoplasma et des membranes. L'emploi de la méthode par la coloration du *Bacterium ulceris molli*, dans les tissus, m'a donné les meilleurs résultats. La bactérie du chancre croît parfaitement dans les milieux nutritifs, liquides et solides, et préfère l'agar-agar à la gélatine qu'elle liquéfie. Les bouillons appropriés et la pomme de terre stérilisée lui conviennent également. Les températures élevées lui sont funestes; déjà à 37°C. sa végétation est ralentie et elle produit des formes involutives filamenteuses. Elle se plaît, au contraire, à des températures relativement basses et ne cesse pas de se multiplier à 0°.

» La bactérie du chancre des Poiriers ne se distingue pas, à première vue, de celle des Pommiers, mais elle se comporte quelque peu différemment dans les cultures artificielles. Leur identité ne peut être prouvée que par des inoculations croisées; celles de 1899 semblent l'attester.

» Les racines du Pommier et du Poirier ne présentent jamais de plaies chancreuses, mais elles sont quelquefois parsemées de nodosités ou excroissances de volume variable. La cause de cette maladie n'a pas été étudiée jusqu'à présent. D'après nos recherches, il convient de l'attribuer à un microbe entièrement semblable à celui du chancre et se comportant de la même manière dans des cultures artificielles.

» La maladie de la gomme du Pêcher, de l'Abricotier, du Prunier et du Cerisier a beaucoup d'analogie avec celle du chancre. Dans le Pêcher, elle commence aussi par des filons colorés, cheminant dans le bois des rameaux, qui vont plus tard sécréter de la gomme par des plaies ouvertes; les scions annuels et les fruits n'en sont pas indemnes. La bactérie qui provoque la sécrétion, malgré sa ressemblance avec celle du chancre, en diffère par certains caractères; ainsi elle forme des colonies d'un jaune orangé, qui sécrètent sur l'agar-agar des gouttelettes transparentes.

» Dans le bois jeune du Pêcher, tout autour du tissu bruni de la plaie, on aperçoit une couche qui diffère du bois normal par sa coloration plus pâle; son tissu est translucide, comme injecté de liquide transparent. On trouve le même tissu dans les fruits attaqués par la gomme. Si l'on examine ce tissu au microscope, on voit que ses cellules sont bourrées de bactéries. L'inoculation de ces bactéries à des scions de l'année ainsi qu'à des rameaux plus âgés du Pêcher nous a pleinement réussi en 1869. Les filons caractéristiques ne tardèrent pas à paraître; ils atteignirent bientôt une longueur considérable, et nous avons même assisté au commencement de la sécrétion gommeuse à l'endroit de l'inoculation. Les sujets témoins, traités de la même manière, mais avec des instruments stérilisés seulement, restèrent indemnes.

» Quant à la maladie de la gomme des Pruniers et des Abricotiers, il nous semble jusqu'à présent qu'elle est provoquée par le même microbe que dans les Pêchers, mais les preuves concluantes nous manquent encore. Celle des Cerisiers est due aussi à un microbe semblable par sa forme à celui de la gomme du Pêcher, mais différent en réalité; ses colonies, obtenues en culture, sont blanchâtres, fortement opalescentes et particulières par leur structure. »

M. **D.-A. Casalonga** adresse une Note « Sur une nouvelle analyse du cycle de Carnot et les conséquences qui en découlent ».

(Commissaires : MM. Sarrau, Lippmann.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 avril 1902.

Ministère de l'Agriculture. *Concours général des moteurs et appareils utilisant l'alcool dénaturé, tenu à Paris du* 6 *au* 24 *novembre* 1901. *Rapports des Jurys.* Paris, Imprimerie nationale, 1902; 1 fasc. in-8°.

Ministère de l'Intérieur et des Cultes. *Recueil des travaux du Comité consultatif d'Hygiène publique de France;* années 1898-1900; t. XXVIII-XXX. Melun, 1899-1901 ; 3 vol. in-8°.

Ministère de l'Intérieur. *Statistique sanitaire des villes de France* pendant les les années 1898, 1899, 1900; 13e-15e années. Melun, 1899-1901; 3 vol. in-8°.

Le deuxième Centenaire de l'Académie nationale de Lyon, 1700-1900. Lyon, A. Rey; 1900-1901; 2 vol. in-4°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon : Sciences et Lettres; 3e série, t. VI. Paris, J.-B. Baillière et fils; Lyon, A. Rey, 1901; 1 vol. in-4°.

Annales de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon; 7e série, t. VII (1899), t. VIII (1900). Paris-Lyon, 1901; 1 vol. in-4°.

Annales de la Société linnéenne de Lyon, années 1900, 1901; t. XLVII-XLVIII. Paris-Lyon, 1901; 3 vol. in-4°.

Essai de nomenclature minéralogique, par V. Aymé. Hanoï, F.-H. Schneider, 1901; 1 fasc. in-8°.

La perfidie des synonymes dévoilée à propos d'un astragale, par le Dr Saint-Lager. Lyon, 1901; 1 fasc. in-8°.

*Histoire de l'*Abruntium. *Signification de la désinence* ex *de quelques noms de plantes,* par le Dr Saint-Lager. Paris, J.-B. Baillière, 1900.

Observations météorologiques sur les pluies générales et les tempêtes, par Gaston Féral. Albi, 1897; 1 fasc. in-8°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, année 1901, 29e année. Montpellier, Sure et Rouméguus, 1902; 1 fasc. in-4°.

Gouvernement général de l'Indo-Chine. *Bulletin publié par la direction de l'Agriculture et du Commerce;* 5e année, n° 1, janvier 1902. Hanoï, 1902; 1 fasc. in-4°.

La Photographie française, Revue mensuelle illustrée en noir et en couleur; 13e année, n° 8, novembre 1901. Puteaux-sur-Seine; 1 fasc. in-8°.

Lui Stefan-C. Hepites. Manifestatiune en ocasiunea jumatatei de veac a virstei sale 5/17 *februarie* 1851-5/18 *februarie* 1901. Bucarest, 1901; 1 fasc. in-4°.

Climatologie du littoral roumain de la mer Noire, par le Dr Stefan-C. Hepites. Liége, 1901; 1 fasc. in-8°.

Sur le régime des pluies en Roumanie, par M. Stefan-C. Hepites. (Extr. des *Procès-verbaux et Mémoires du Congrès international de Météorologie.* Paris, 1901.)

Levé magnétique de la Roumanie, par M. St.-C. Hepites. (Extr. des *Procès-verbaux et Mémoires du Congrès international de Météorologie.* Paris, 1901.)

Buletinul lunar al observatiunilor meteorologice din Romania, publicat de Stefan-C. Hepites; anul X, 1901. Bucarest, 1900-1901; 2 fasc. in-4°.

Analel Institutului meteorologic al Romaniei, publicate de Stefan-C. Hepites; tomul XV, anul 1899. Bucarest-Paris, 1901; 1 vol. in-4°.

Sur la mesure des courants électriques de l'atmosphère par des appareils à pointes, par Selim Lemström. Helsingfors, 1900; 1 fasc. in-4°.

On the state af liquids in capillary tubes under influence of eletrical air-currents, by Selim Lemström. (Ofvertryck af Finska Vet.-Soc. Förhandlingar, B. XLIII.) 1 fasc. in-8°.

Temperature tables for the British Islands. Daily means for the thirty years 1871 *to* 1900; Official n° 154. Londres, 1902; 1 vol. in-4°.

The transaction of the Royal Irish Academy; vol. XXXI, parts 12-14; vol. XXXII, parts 1, 2. Dublin, 1901-1902; 5 fasc. in-4°.

Total eclipse of the Sun, may 28, 1900. Account of the observations made by the solar physics observatory eclipse expedition and the officers and men of H. M. S. Theseus, *at Santa Pola, Spain,* by sir NORMAN LOCKYER and others. Londres, 1902; 1 fasc. in-4°.

Publicationen der k. Kufner'schen Sternwarte; Bd. VI, Theil I. Vienne, 1902; 1 fasc. in-4°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem et rédigées par J. BOSSCHA; série II, t. VII, livraison 1. La Haye, 1902; 1 fasc. in-8°.

Revue des questions scientifiques, publiée par la Société scientifique de Bruxelles; 3e série, t. I, 20 avril 1902. Louvain; 1 fasc. in-8°.

R. Stazione agraria sperimentale di Roma : Bollettino, n° 1, gennaio 1902. Portici; 1 fasc. in-8°.

Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-physikalische Klasse; 1902, Heft 1. Gœttingue, 1902; 1 fasc. in-8°.

Catalogue of polisch scientific litterature; t. I, p. IV, 1901. Cracovie, 1902; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mathématique, publié par S. DICKSTEIN; t. VI, fasc. 1, 2, 3. Varsovie, 1902; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Section de Mathématiques et de Sciences naturelles de l'Académie polonaise de Cracovie; t. I, A et B, 1901. Cracovie, 1901; 2 vol. in-8°.

The Journal of mental pathology; vol. II, n° 1. New-York, 1902; 1 fasc. in-8°.

United States geological Surwey. CHARLES-L. WALCOTT, Director; twenty-first *Annual Report,* 1899-1900, parts II, III, IV. Washington, 1901; 3 vol. in-4°.

World's fair Bulletin, published in the interest of the Louisiana purchase Exposition to be held in Saint-Louis; vol. III, n° 6. Saint-Louis (États-Unis), 1902; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 MAI 1902.

Colonisation, par M. PAUL DISLÈRE. (Exposition de 1900. Rapports du Jury international : *Introduction générale;* 6e Partie.) Paris, Imprimerie nationale, 1901; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Alfred Picard.)

Madagascar au début du XXe siècle, Ouvrage dû à la collaboration de MM. R. BLANCHARD, M. BOULE, C. DELHORBE, E. DRAKE DEL CASTILLO, H. FROIDEVAUX, G. GRANDIDIER, A. LACROIX, A. MARE. Paris, F.-R. de Rudeval et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Grandidier.)

A la conquête du Ciel! contributions astronomiques de F.-C. DE NASCIUS; Livre II, fasc. 5 et 6. Nantes, 1901-1902; 2 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Variation séculaire du magnétisme terrestre, par M. V. RAULIN. (Extr. des *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XXV, mars 1902.) 1 fasc. in-8°.

Essai de nomenclature minéralogique, par V. AYMÉ. Hanoï, 1901; 1 fasc. in-8°.

Société d'Histoire naturelle d'Autun, 14e Bulletin. Autun, Dejussieu, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Bulletin de la Société mathématique de France, t. XXX, année 1902, fasc. 1. Paris, 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France, 4e série, t. II, fasc. 1. Paris, 1902; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire; 2e série, t. XXII, année 1902; 1re livraison. Saint-Étienne, J. Thomas et Cie; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; 3e série, t. XXXVIII, année 1902. Troyes, Paul Nouel; 1 vol. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1900-1901. Rouen-Paris, 1902; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France, année 1901, t. XIV. Paris; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 5 mai 1902.)

Note de M. *Demoulin*, Sur la déformation des conoïdes droits :

Page 1039, dernière ligne, *au lieu de* $\frac{1}{8}$, *lisez* $\frac{1}{4}$.

Page 1040, lignes 1 et 2, *au lieu de* dans un cas nouveau, *lisez* dans un cas traité, en 1887, par M. Weingarten.

Même page, ligne 9, *mettre le facteur* 2 devant la fraction.

Même page, ligne 12, *au lieu de*

$$\frac{y}{x} = i\,th(2\sqrt{2}\,iz)^{\frac{1}{2\sqrt{2}}},$$

lisez

$$\frac{y}{x} = i\,\frac{2iz-1}{2iz+1}.$$

Page 1041, ligne 2, *ajoutez :* Ce conoïde n'est autre que le paraboloïde équilatère. On retrouve ainsi un résultat dû à M. Servant. »

Note de M. *Edm. van Aubel*, Sur la loi de Maxwell, etc. :

Page 1052, ligne 4, supprimez les guillemets de la dernière colonne.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 MAI 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE BIOLOGIQUE. — *Le moteur-muscle employé à une production de travail positif. Comparaison avec les moteurs inanimés, au point de vue de la dissociation des divers éléments constitutifs de la dépense d'énergie qu'entraîne ce travail*, par M. A. CHAUVEAU.

« J'ai confirmé, en les complétant, en quelques points, par de nouvelles recherches encore inédites, mes conclusions antérieures sur la dépense d'énergie imposée au muscle qui exécute du travail positif en se raccourcissant. Les voici rappelées et précisées en quelques lignes.

» Quand la contraction musculaire est employée au soulèvement d'une charge, l'énergie mobilisée dans le *travail intérieur* du muscle, pour être appliquée à l'exécution du *travail extérieur* ou *mécanique*, se décompose en trois parts :

» A. L'énergie qui annihile l'effet de la pesanteur sur la charge, ou qui crée, dans le muscle, la force capable de faire équilibre à cette charge et de la préparer ainsi au soulèvement.

» Cette part d'énergie, consommée par la tension équilibrante du muscle pendant le soulèvement des charges, est, pour le même état moyen constant de raccourcissement musculaire, proportionnelle à la charge soutenue ou soulevée : $A = Kp$.

» B. L'énergie consacrée au soulèvement lui-même et dont la valeur équivaut au produit de la charge par la longueur du parcours accompli : $B = pl = T$.

» C. L'énergie qu'absorbe la création de la *vitesse* communiquée à la charge pendant son parcours, énergie proportionnelle à son effet, c'est-à-dire à la vitesse créée : $C = K'v$.

» La somme de ces trois dépenses partielles donne donc, pour la valeur totale de l'énergie E, dépensée par le muscle dans la production d'un travail mécanique positif : $E = Kp + K'v + T$ ([1]).

» Ces conclusions s'appliquent-elles exclusivement au travail des moteurs animés? Un moment, j'ai pu penser que les conditions tout à fait spéciales du moteur-muscle impliquaient un mode spécial d'utilisation de l'énergie dépensée dans la contraction musculaire. Mais il m'a fallu reconnaître bien vite qu'il n'y avait rien de bon à tirer des tentatives faites dans cette direction. Les mêmes principes doivent s'appliquer nécessairement à la dépense énergétique des moteurs animés et des moteurs inanimés. Malheureusement, ces derniers ne sont point envisagés par les mécaniciens au point de vue qui importe le plus aux physiologistes.

» Le mécanicien, en effet, ne semble pas avoir besoin d'analyser la dépense des moteurs inanimés, au point de vue des diverses fonctions qui peuvent lui être dévolues. Il n'en distingue qu'une, la production du *travail mécanique*, et admet, par prétérition, que, dans toute machine à bon rendement, presque toute l'énergie disponible sur l'arbre moteur est théoriquement capable de se transformer en *travail extérieur utile*. S'il en était ainsi, il n'y aurait aucune comparaison possible entre le moteur-muscle et le moteur inanimé. De là, pour le physiologiste, la nécessité d'étudier lui-même ce dernier moteur et d'y rechercher les points de comparaison qui lui sont indispensables. Et il doit le faire en s'entourant de toutes les garanties de succès, surtout en ne perdant pas de vue que ce qui est à étudier tout d'abord, c'est le *travail mécanique vrai*, c'est-à-dire les soulèvements de charges, telles qu'un seau d'eau ou une benne de charbon s'élevant du fond d'un puits à la surface du sol. J'ai fait une première tentative, mal venue, avec le moteur à eau de mon appareil de Hirn. J'apporte aujourd'hui, sur cette question de comparaison, des documents dont la précision, déjà suffisante et susceptible d'être très améliorée, est due à un meilleur choix du système de machine motrice.

» Les propositions qui découlent de ces documents peuvent être exprimées de la manière suivante :

» *Dans les moteurs industriels, l'énergie disponible sur l'arbre animé d'un mouvement uniforme, pour une production de travail mécanique positif,*

([1]) Kp constitue ce que j'ai appelé quelquefois la *dépense statique;* $(K'v + T)$ la *dépense dynamique*. Il peut y avoir utilité, en quelques cas, à recourir à ces expressions.

c'est-à-dire pour le soulèvement d'une charge, se dépense, comme l'énergie du muscle, dans l'accomplissement de trois fonctions distinctes qui peuvent être aisément dissociées :

» A. *L'annihilation de l'effet de la pesanteur sur la charge soulevée, autrement dit, la création de la force de tension qui fait équilibre à cette charge et la prépare ainsi au soulèvement.*

» B. *La création même du travail mécanique, c'est-à-dire le soulèvement de la charge, ainsi neutralisée, à une hauteur plus ou moins considérable.*

» C. *La création de la vitesse avec laquelle la charge effectue ce soulèvement.*

» *Les deux dépenses* A *et* C, *incessamment créées, se résolvent incessamment en chaleur, qui se dissipe.*

» *La dépense* B *est la seule dont la valeur énergétique soit conservée dans la force vive qui existe en puissance dans le travail mécanique effectué.*

» *D'où il résulte que le rendement d'un moteur, muscle ou machine, en travail mécanique vrai, ne peut jamais représenter qu'une fraction, variable suivant les cas, parfois relativement minime, de l'énergie disponible totale qui a été consacrée par le moteur à l'exécution de ce travail mécanique.* »

ZOOLOGIE. — *Sur l'éthologie des larves de* Sciara medullaris *Gd.* Note de M. **Alfred Giard.**

« Les larves de *Sciara medullaris* Gd. étaient très communes ce printemps dans les tiges desséchées de *Senecio Jacobœa* L., sur les falaises et les dunes fixées, aux environs de la station zoologique de Wimereux ([1]). Ces larves, lorsqu'elles ont atteint toute leur croissance, mesurent environ 8mm de long. Leur structure est pareille à celle que nous ont fait connaître, chez d'autres espèces du groupe L. Dufour, Laboulbène, Osten-Sacken, Perris, Beling, etc. Leur couleur semble un beau jaune orangé, sauf la tête, qui est d'un brun foncé. En réalité le corps, toujours lubrifié par une sécrétion spéciale, est d'une admirable transparence, et la couleur jaune est celle des corps graisseux très volumineux qu'on aperçoit à travers les téguments ([2]).

([1]) Voir, pour les caractères qui distinguent cette *Sciara* de S. *præcox* Meigen, les *Comptes rendus de l'Académie*, n° 20, 20 mai 1902, p. 1125, note 1.

([2]) Il est curieux de noter que cette couleur est identique à celle des chenilles d'*Hipocrita* (*Euchelia*) *JacobϾ* L. qui vit également sur le Seneçon. L'odeur très par-

» La larve jeune, à l'éclosion, est complètement incolore; même la tête, très volumineuse alors par rapport au corps, est transparente et présente seulement une teinte brunâtre le long de son bord postérieur. Cette première larve est métapneustique comme les larves récemment écloses des Cécidomyes parthénogénétiques. L'unique paire de stigmates est placée sur le onzième segment. Il existe huit bourrelets ambulatoires distribués à la partie antérieure des segments 3-10. Ces bourrelets disparaissent chez la larve plus âgée, qui est péripneustique et porte les stigmates au nombre de huit paires sur les segments 1 (prothoracique) et 4 à 10 (abdominaux); les troncs trachéens longitudinaux sont réunis dorsalement par deux commissures, l'une antérieure, située au-dessus des premiers stigmates, à soudure ampullaire comme chez les larves des Cécidomyes, l'autre postérieure, située après le huitième stigmate et sans trace de soudure médiane.

» *Alimentation.* — Les auteurs sont loin de s'accorder sur la nourriture que prennent les larves de *Sciara*. Il y a doute même pour celles qui habitent la moelle des végétaux (*S. morio* Fab., *S. præcox* Meig., *S. albifrons* Schilling, *S. Giraudii* Egger). Kaltenbach, qui a observé les larves de *S. præcox* dans les tiges sèches de divers Chardons, pense qu'elles se nourrissent des restes qu'ont laissés les larves d'autres Insectes. Stæger, qui les a trouvées dans les tiges de *Lappa major* Gaertn., semble les considérer comme phytophages (Zetterstedt, *Dipt. Scand.*, t. X, p. 3735; Heeger, *Sitzb. d. k. Akad. Wien*, t. XI, 1853). Perris croit que toutes les larves de *Sciara* veulent une nourriture animalisée ou du moins très azotée, comme le sont les Champignons, les excréments d'Insectes, le fumier, etc. Quelques-unes, même, seraient carnassières (*Ann. Soc. ent. de France*, 1870, p. 162).

» Pour ce qui concerne les larves de *Sciara medullaris*, j'ai constamment trouvé leur intestin rempli de cellules de la moelle du Seneçon et, de plus, j'ai fréquemment rencontré des larves creusant leurs galeries isolément à travers la moelle parfaitement saine, loin de tout débris animal. Si ces larves se rassemblent, en général, dans des cavités forées par d'autres Insectes, c'est pour une raison qui, comme nous le verrons plus loin, n'a aucun rapport immédiat avec leur régime alimentaire.

» La partie antérieure du tube digestif est pourvue de deux cæcums latéraux glandulaires et d'aspect hépatique tels qu'il en existe fréquemment

---

ticulière qu'exhale la chenille et l'insecte parfait d'*Euchelia* se retrouve aussi chez *Sciara medullaris*.

chez les Crustacés, mais plus rarement chez les Insectes. Ces cæcums disparaissent pendant la transformation en Insecte parfait. Nous reviendrons sur ce point et nous parlerons d'autres particularités anatomiques intéressantes des larves de *S. medullaris* dans une Note spéciale consacrée aux phénomènes évolutifs qui accompagnent la nymphose et la production des organes de l'adulte chez ces Diptères.

» *Anhydrobiose.* — Il y a quelques années, j'ai signalé la curieuse propriété que présentent les larves de certains Diptères de la famille des Syrphides de pouvoir, comme beaucoup d'animaux inférieurs et malgré leur organisation relativement élevée, subir un dessèchement très intense et demeurer pendant plusieurs semaines dans cet état de vie ralentie qui caractérise l'anhydrobiose ([1]).

» Depuis, j'ai observé le même phénomène chez une belle larve d'Eristalien, d'une merveilleuse transparence, qui vit dans les plaies ulcéreuses de l'écorce des Chênes-lièges, en Tunisie. Les larves de *Sciara medullaris* présentent au plus haut degré cette faculté d'anhydrobiose, comme le prouvent les expériences suivantes :

» 1° Le 25 mars, j'ouvre longitudinalement une tige de *Senecio* renfermant un amas d'une soixantaine de larves, et je laisse cette tige exposée à l'air dans une chambre chauffée. Après 24 heures, les larves sont sèches, immobiles, leur tégument est frippé, opalescent, grâce à la rétraction des corps graisseux et autres organes internes.

» Trois semaines plus tard, le 16 avril, je place la tige de Seneçon en chambre humide. Au bout de quelques heures les larves reprennent, avec leur activité, leur aspect luisant et leur couleur normale : elles filent de nouvelles toiles et forent de nouvelles galeries dans la moelle avoisinante. L'expérience aurait pu certainement être prolongée plus longtemps.

» 2° Une larve est mise en observation dans l'eau sur un porte-objet et couverte d'un verre mince. La préparation, abandonnée après examen, dessèche rapidement, la larve est devenue immobile et inutilisable pour l'étude. Il suffit, le lendemain matin, de faire pénétrer une goutte d'eau par capillarité sous le verre mince pour rendre à la larve son aspect normal, et l'on peut recommencer le même manège pendant une dizaine de jours (sans doute davantage) sans que l'évolution ultérieure de l'insecte soit

---

([1]) A. Giard, *Sur un changement de régime des larves de* Melanostoma mellina (*Bull. Soc. ent. de France*, t. LXV, mai 1896, p. 234-235).

compromise par les desséchements répétés si l'on rétablit ensuite les conditions régulières d'existence.

» 3° Cette faculté d'anhydrobiose est liée à un hydrotropisme positif assez prononcé et qu'on met facilement en évidence par une expérience très simple.

» Après avoir desséché incomplètement une tige de Seneçon renfermant des larves de *Sciara medullaris*, il suffit de plonger la tige par une extrémité dans l'eau ou de l'humecter en un point déterminé pour voir toutes les larves se diriger vers le point humide, d'autant plus rapidement que le chemin offre moins d'obstacles et que la moelle présente plus de cavités libres. A l'approche de la nymphose, l'hydrotropisme positif se change en hydrotropisme négatif.

» On comprend combien l'anhydrobiose des larves de *Sciara* donne de facilités pour l'étude des transformations de ces Diptères qu'on peut ainsi avancer ou retarder à volonté.

» Les effets du desséchement sont tout à fait comparables à ceux du refroidissement et souvent plus puissants que ces derniers pour arrêter les phénomènes vitaux, ainsi que je l'ai montré dans une Note antérieure (¹), dont les conclusions ont été confirmées depuis par J. Loeb, A.-W. Greely, J. Dewitz, etc.

» *Instincts sociaux et migrations.* — On sait que les larves de *Sciara* se réunissent fréquemment en amas renfermant parfois des milliers d'individus. Cela s'observe surtout chez les espèces vivant sous les feuilles mortes ou sous l'écorce des arbres. En soulevant celle-ci on voit les larves rangées côte à côte formant des plaques très étendues. Les mouvements de ces larves sont rendus plus aisés par la substance lubrifiante qui recouvre leurs téguments, et les groupements qu'elles constituent ont pour résultat de diminuer l'évaporation, de la rendre plus lente et de permettre ainsi, en cas de sécheresse prolongée, l'établissement graduel de l'état protecteur d'anhydrobiose dont nous avons parlé.

» Pour les espèces qui vivent dans les tiges, si, comme nous l'avons fait dans une des expériences énumérées plus haut, on met à découvert les cavités renfermant des amas de larves, celles-ci sécrètent en abondance le

---

(¹) A. Giard, *L'anhydrobiose ou ralentissement des phénomènes vitaux sous l'influence de la déshydratation progressive* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. XLVI, 16 juin 1894, p. 497).

liquide de leurs glandes salivaires et forment des travées visqueuses qui, en se croisant en tous sens et en se concrétant à l'air libre, déterminent la production d'une sorte d'épiphragme commun de même aspect que celui des Gastéropodes terrestres et jouant exactement le même rôle physiologique.

» Chez les espèces qui vivent dans des espaces libres, sous des débris végétaux, etc., l'hydrotropisme et l'instinct social agissent concurremment et bien plus activement, à mon avis, que le besoin de meilleure nourriture pour provoquer les étonnantes migrations maintes fois signalées par les auteurs et parfois encore attribuées aujourd'hui aux larves de *Sciara Thomae* L. (*Heerwurm*). Les recherches de Max Nowicki et de Th. Beling ont mis hors de doute que ces bandes de larves migratrices appartiennent à une autre espèce, *Sciara militaris* Now. (rarement aussi à *Sciara gregaria* Bel.). Les larves de *Sciara Thomae*, que Beling déclare encore inconnues, vivent dans les débris des Pins malades, comme j'ai pu le constater dans les dunes de Condette, près Boulogne-sur-Mer. Les nymphes nues et sans coques sont souvent réunies par groupes nombreux dans les détritus poussiéreux du bois sous les arbres abattus.

» *Instincts d'apparence finaliste ou prophétique.* — Les larves de *Sciara* qui se développent dans les tiges des végétaux malades ou morts ont toujours été précédées, dans cet habitat, par d'autres insectes dont elles utilisent les galeries. C'est ce qu'avait remarqué Kaltenbach pour les larves du *Sciara præcox*, qu'il considérait, pour cette raison, comme coprophages. Gercke a vu de même que *S. Giraudii* accompagne, dans les tiges de *Malva* et *Althœa*, les larves d'*Apion*. Les tiges de *Senecio Jacobœa*, où nous trouvions nos larves de *S. medullaris*, étaient constamment perforées par les galeries d'un beau Curculionide, *Lixus punctiventris* Bohem.

» Les œufs des *Sciara*, très délicats et très peu résistants au dessèchement, doivent être pondus en des endroits abrités [1]. Les jeunes larves ont une armature buccale trop faible pour perforer des tissus sains et résistants. Il n'est donc pas surprenant que la femelle pénètre dans les cavités qu'elle rencontre sur les vieilles tiges ou qu'elle y insinue son oviducte pour y déposer sa progéniture.

» D'autre part, comme ni les nymphes ni l'Insecte parfait ne sont

---

[1] Les œufs de *S. medullaris* sont de forme ovoïde, aigus aux deux extrémités, de couleur blanchâtre, disposés en petits amas irréguliers et non en chapelets, comme ceux de *S. convergens* et autres espèces.

pourvus d'aucun appareil perforant, on ne voit pas non plus comment les *Sciara* adultes pourraient sortir des tiges où elles ont vécu à l'état larvaire s'il n'y avait d'avance des ouvertures toutes préparés pour leur évasion.

» Un fait signalé par Perris sur une *Sciara* du Pin maritime semble entourer ce phénomène de circonstances mystérieuses :

» Les larves du *Sciara convergens*, écrit-il, sont censées savoir que le fragile Diptère auquel elles doivent donner naissance est tout à fait incapable de percer l'écorce sous laquelle elles ont vécu, et il est dans leur instinct, comme dans celui de tant d'autres larves, de lui préparer les voies. Lors donc que le moment de la métamorphose est venu, elles se mettent en quête d'un trou de sortie de *Tomicus*, et comme en même temps un grand nombre de larves, poussées par le même besoin et guidées par la même sagacité, la même sûreté d'appréciation, se livrent aux mêmes recherches, il arrive que plusieurs convergent vers le même point. Toutes, à l'envi, dégagent alors et nettoient les abords de la porte de sortie, de manière qu'elle ne présente plus aucun obstacle. Délivrées désormais de toute préoccupation, elles creusent dans les détritus une niche où elles se logent, puis elles s'enveloppent d'une coque blanchâtre et pellucide formée, non de filaments, mais d'une bave que la larve dégorge à la manière des larves de *Sciaphila*, et c'est dans cette coque qu'elles se changent en nymphes. On en rencontre quelquefois plus de 20 groupées de la manière originale que j'ai dite et figurée et, toujours au centre, on est sûr de trouver un trou de *Tomicus* ou de *Hylurgus*. Ce fait de merveilleux instinct de la larve de *Sciara* est vraiment remarquable; il est aussi une nouvelle preuve des ressources infinies de la Nature pour la conservation des espèces, et c'est lui qui m'a inspiré le nom que je lui ai donné. » (Perris, *Ann. Soc. ent. de France*, 1870, p. 156.)

» L'observation très intéressante de Perris, dégagée de toute conception anthropomorphique ou finaliste, est la traduction pure et simple du changement de sens de l'hydrotropisme des larves au moment de la nymphose. Chez la *Sciara medullaris*, si l'on élargit, par une section de la tige, la surface de communication de la cavité avec l'extérieur, on voit, à l'époque de la transformation, toutes les larves se disposer plus ou moins perpendiculairement à cette surface, après avoir sécrété une trame irrégulière de mucus desséché dans laquelle la partie inférieure de la nymphe reste engagée au moment de l'éclosion ; la partie supérieure fait saillie à l'extérieur normalement à la surface.

» D'ailleurs, la position des nymphes en un point où elles peuvent être facilement impressionnées par l'air extérieur est encore déterminée par une autre cause.

» Chez tous les Insectes, de légers changements dans l'état hygrométrique sont nécessaires pour provoquer l'éclosion des nymphes, et j'ai cité

ailleurs les expériences très simples qui mettent en évidence l'action utile de ces hydratations et déshydratations successives [1].

» Toute l'histoire biologique des larves de *Sciara* semble donc dominée et dirigée par les rapports de leur organisme avec les conditions d'humidité du milieu dans lequel elles se trouvent placées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de divers pétroles : contribution à la théorie de formation des pétroles naturels.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« I. *Pétroles d'Amérique.* — En 1899 (*Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 1173), nous avions observé que l'hydrogénation directe de l'acétylène par l'hydrogène gazeux, réalisée à froid ou à température peu élevée en présence du nickel réduit, donne lieu à de l'éthane, accompagné d'une certaine proportion de carbures forméniques supérieurs ou liquides.

» En opérant avec une colonne de nickel maintenue vers 200°, la réaction peut être poursuivie indéfiniment. Ainsi, dans une expérience qui a été prolongée pendant 28 heures, nous avons condensé dans un tube refroidi environ 20^{cm^3} d'un liquide jaune clair, d'une magnifique fluorescence, et d'odeur tout à fait semblable à celle du pétrole rectifié. Ce liquide commence à bouillir vers 45°. Le point d'ébullition s'élève peu à peu. A 150°, la moitié environ a distillé; à 250°, il demeure une petite quantité de produit jaune orangé, très fluorescent, dont une faible dose communique la fluorescence bleue à une proportion importante de liquide.

» Le liquide total avait une densité $d_0^0 = 0,791$.

» Il est faiblement attaqué par le mélange nitrosulfurique.

» Le produit de l'attaque a une densité $d_0^0 = 0,753$: il est formé à peu près exclusivement de carbures forméniques qui se trouvaient, dans le carbure total, associés à une petite quantité de carbures éthyléniques, solubles dans l'acide sulfurique un peu étendu d'eau.

» Cette composition, la densité et les caractères physiques indiqués plus haut rapprochent beaucoup ce liquide des *pétroles d'Amérique.*

---

(1) Chez une *Sciara* dont les larves vivent à Wimereux dans les fourmilières de *Lasius niger* et de *Lasius flavus,* et qui est peut-être identique à *Sciara subterranea* Maerkel des nids de *Formica rufa,* les nymphes du Diptère bénéficient des soins hygrométriques donnés par les Fourmis ouvrières aux larves et nymphes de leur propre espèce. Il est intéressant de constater que les larves des *Microdon,* Diptères appartenant au groupe des Syrphides et présentant, comme les *Sciara,* la faculté d'anhydrobiose, se rencontrent également dans les fourmilières.

» En remplaçant le nickel par le cobalt ou par le fer réduits, on obtient des produits analogues, mais plus fortement colorés et plus riches en carbures accessoires non saturés.

» II. *Pétroles du Caucase.* — En 1896, MM. Moissan et Moureu avaient observé que, en dirigeant sur du nickel récemment réduit un courant rapide d'acétylène, on peut obtenir une vive incandescence qui conduit à la destruction de la majeure partie du gaz : celui-ci se dédouble en charbon et hydrogène, pendant qu'une certaine portion se condense en carbures liquides qui contiennent du benzène.

» En reprenant cette expérience avec une longue colonne de nickel maintenu vers 200° (*Comptes rendus*, t. CXXXI, 1900, p. 167), nous avons constaté que la portion de cette colonne située au delà de la région incandescente provoque la réaction de l'hydrogène formé sur les vapeurs des carbures qui ont pris naissance : finalement il se dégage des hydrocarbures gazeux, ainsi que des produits liquides, condensables dans une enceinte refroidie. On recueille ainsi un liquide verdâtre par diffusion, rougeâtre par transparence, dont l'aspect extérieur rappelle les pétroles bruts.

» Par une série d'opérations réitérées, nous sommes parvenus à préparer environ 250^{cm^3} de ce liquide vert.

» Ce produit, d'odeur pénétrante, commence à bouillir vers 60°-70°. En recueillant seulement les portions qui distillent au-dessous de 260°, nous avons obtenu un liquide rouge verdâtre, d'odeur forte, ayant comme densité $d_0^0 = 0,879$. Il reste un goudron rougeâtre fluorescent.

» Ce liquide est encore très attaquable par l'acide sulfurique et surtout par le mélange nitrosulfurique : il renferme visiblement une certaine proportion de benzène et homologues, et aussi de styrolène qui se transforme peu à peu en métastyrolène solide. Mais, si l'on vaporise ce liquide, et si l'on amène ses vapeurs avec un excès d'hydrogène sur une colonne de nickel maintenue vers 200°, on obtient à la sortie un liquide presque inattaquable par le mélange nitrosulfurique. Le produit ainsi obtenu est incolore et d'odeur non désagréable. Nous l'avons fractionné par distillation, et nous avons mesuré la densité à 0° des diverses fractions :

Fraction	75°-100°	$d_0^0 = 0,751$
»	100-125	$= 0,762$
»	125-150	$= 0,781$
»	150-175	$= 0,800$
»	175-200	$= 0,835$
»	800-225	$d_0^0 = 0,864$

» Les seuls carbures qui ne soient pas attaqués par le mélange nitro-

sulfurique sont les carbures *forméniques* et les carbures *cyclohexaniques* ou *naphtènes*, qui existent dans les pétroles du Caucase, et que nous avons reproduits synthétiquement par l'hydrogénation directe du benzène et de ses homologues (*Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 210, 566, etc.).

» Le Tableau suivant indique les densités d'un certain nombre de carbures de ces deux classes :

Carbures forméniques.	Point d'ébullition.	d_0^0.	*Carbures cyclohexaniques.*	Point d'ébullition.	d_0^0.
Heptane....	98°	0,708	Carbures en C^7...	100°	0,786
Octane.....	125°	0,719	» en C^8...	120° à 130°	0,787 à 0,802
Nonane.....	149°	0,733	» en C^9...	138° à 154°	0,788 à 0,809
Décane.....	173°	0,745	» en C^{10}..	160° à 170°	0,795 à 0,813
Undécane...	196°	0,756	» en C^{11}..	180°	0,812
Tridécane ..	234°	0,771	» en C^{14}..	240°	0,839

» En comparant à ces densités celles des fractions de notre carbure qui bouillent à des températures similaires, on voit que ces dernières sont voisines des densités des carbures cyclohexaniques : les liquides recueillis par nous sont formés par le mélange de ces derniers avec une certaine proportion de carbures forméniques.

» La cause de leur production est facile à apercevoir : l'incandescence du nickel dans l'acétylène donne lieu à du benzène et autres carbures aromatiques (toluène, xylènes, éthylbenzène, etc., styrolène), que l'hydrogénation complète réalisée ultérieurement par le métal réduit transforme en carbures saturés cyclohexaniques correspondants.

» Quant aux carbures forméniques qui s'y trouvent mélangés, ils proviennent de l'acétylène qui a échappé à l'action du métal incandescent et se trouve hydrogéné un peu plus loin selon le mécanisme décrit en premier lieu.

» Or la composition de ces liquides se rapproche beaucoup de celle des *pétroles du Caucase;* il en est de même des densités des diverses fractions, qui, pour ces derniers, vont de 0,750 à 0,900. Ainsi, dans un pétrole brut russe que nous avons examiné, la fraction qui distille de 150° à 175° possède une densité $d_0^0 = 0,803$, sensiblement identique à celle de la fraction similaire de notre carbure.

» III. Il résulte de ce qui précède que l'on peut, à partir d'acétylène et d'hydrogène, par l'intermédiaire de métaux divisés, nickel et métaux voisins, arriver à obtenir, selon la conduite de la réaction, des liquides

semblables soit aux pétroles du Caucase, soit aussi à ceux de Galicie où existent des carbures aromatiques. Un mélange d'acétylène et d'hydrogène en excès, arrivant sur du nickel divisé à température basse inférieure à 180°, ne fournit guère que du *pétrole d'Amérique*.

» L'acétylène seul, conduit sur le nickel, fournit, par incandescence, des produits non saturés qui, amenés par un excès d'hydrogène sur du nickel modérément chaud, donnent du *pétrole caucasique*.

» La production de *pétroles intermédiaires*, à la fois forméniques et naphténiques, peut être réalisée par le même mode, quand l'acétylène est d'abord, avant l'incandescence, mélangé à une certaine dose d'hydrogène.

» Si l'hydrogénation consécutive à l'incandescence avait lieu au-dessus de 300°, les cyclohexanes seraient partiellement dissociés et, par suite, ils demeureraient accompagnés de carbures cycliques non saturés, comme dans les *pétroles de Galicie*.

» IV. *Formation naturelle des divers pétroles*. — On peut aisément déduire de ces synthèses une explication fort simple de la formation des pétroles naturels.

» Pour y arriver, il suffit d'admettre que, dans les profondeurs de la terre, se trouvent diversement distribués des métaux alcalins ou alcalino-terreux libres, ainsi que les carbures de ces métaux. L'eau, arrivant au contact des premiers, dégage de l'hydrogène; au contact des carbures, de l'acétylène. Les deux gaz, en proportion variable, rencontrent à l'état divisé des métaux très diffusés dans la nature, nickel, cobalt, fer, et donnent lieu aux réactions décrites plus haut qui, selon le mode d'action, fournissent les divers pétroles connus.

» Cette explication n'est, en réalité, qu'une vérification et un développement de la théorie proposée autrefois par M. Berthelot, puis par M. Mendeleeff. Elle n'a nullement la prétention d'exclure les autres théories : formation directe par l'action de l'eau sur certains carbures métalliques, tels que le carbure d'uranium (M. Moissan), formation organique à partir de matières animales ou végétales. Mais aucune des théories développées jusqu'à présent ne pouvait rendre compte de la diversité des pétroles naturels : aucune surtout ne pouvait expliquer la formation de ceux du Caucase, parce que, avant notre méthode générale de synthèse publiée l'année dernière, on ne connaissait aucun moyen d'arriver aux naphtènes par des réactions pouvant avoir lieu dans la nature. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission permanente de contrôle du service d'exploration scientifique en Indo-Chine.

MM. Michel Lévy, Guignard, Grandidier, Perrier, de Lapparent, Delage, Bonnier, Giard réunissent la majorité des suffrages. La Commission doit comprendre, en outre, le Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Torrès adresse un Mémoire sur un avant-projet de ballon à quille intérieure.

(Commissaires : MM. Sarrau, Cailletet, Appell.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux Volumes intitulés : « Les ingénieurs géographes militaires, 1624-1831; Étude historique, par le colonel *Berthault*. » (Présentés par M. le général Bassot, pour le concours du prix Gay.)

2° Un Volume intitulé : « Les Dromiacés et les Oxystomes, par *Alphonse-Milne Edwards* et *E.-L. Bouvier*. » Extrait des *Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College*, Vol. XXVIII, n° 1 (Présenté par M. Edm. Perrier.)

M. Charles Janet prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les rayons de convergence d'une série double.* Note de M. **Eugène Fabry**, présentée par M. H. Poincaré.

« Soit une série

$$f(x, y) = \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{q=0}^{\infty} a_{p,q} x^p y^q.$$

M. Lemaire a montré (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 1896) comment on peut obtenir des systèmes de rayons de convergence associés. Si λ est la plus grande limite de $\sqrt[p+q]{|a_{p,q}|k^q}$, lorsque $p+q$ devient infini, on a les rayons de convergence $X = \frac{1}{\lambda}$, $Y = \frac{k}{\lambda}$. Je me propose de montrer que les divers systèmes que l'on obtient en faisant varier k sont liés par certaines lois très simples.

» Tant que $k > 0$, on a $\lambda > 0$, car autrement la série serait convergente pour toutes les valeurs finies de x et y. Soit $k' > k > 0$, $\lambda' \geqq \lambda > 0$ et $X'Y'$, XY les systèmes que l'on en déduit. On a

$$\sqrt[p+q]{|a_{p,q}|k'^q} < \frac{k'}{k} \sqrt[p+q]{|a_{p,q}|k^q} \qquad \text{et} \qquad \lambda' \leqq \lambda \frac{k'}{k}.$$

» Donc, si

$$\frac{Y'}{X'} > \frac{Y}{X},$$

on a

$$X' \leqq X, \qquad Y' \geqq Y$$

et si XY, $X'Y'$ sont deux systèmes quelconques de rayons associés, on a

$$(X' - X)(Y' - Y) \leqq 0.$$

» Cette inégalité résulte, du reste, immédiatement de la remarque suivante : pour que X, Y soient des rayons de convergence associés, il faut et il suffit que la plus grande limite de $\sqrt[p+q]{|a_{p,q}|X^p Y^q}$, lorsque $p+q$ devient infini, soit égale à 1.

» Soient $k'' > k' > k > 0$, λ'' la limite supérieure, et $X''Y''$ le système de rayons associés qui correspondent à k''. On a

$$\lambda'' \geqq \lambda' \geqq \lambda > 0.$$

Quelque petit que soit ε, si $p+q$ est assez grand, on a

$$|a_{p,q}| < \frac{1}{k^q}[\lambda(1+\varepsilon)]^{p+q}.$$

» Il existe, d'autre part, une suite illimitée de valeurs de p et q telles que

$$|a_{p,q}| > \frac{1}{k'^q}[\lambda'(1-\varepsilon)]^{p+q}.$$

» Pour ces valeurs, les deux inégalités étant supposées vérifiées, on a

$$\left(\frac{k'}{k}\right)^q > \left(\frac{\lambda'}{\lambda}\,\frac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon}\right)^{p+q} \qquad \text{ou} \qquad \frac{q}{p+q}\log\frac{k'}{k} > \log\left(\frac{\lambda'}{\lambda}\,\frac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon}\right)$$

et

$$\sqrt[p+q]{|a_{p,q}|\,k''^q} > \lambda'(1-\varepsilon)\left(\frac{k''}{k'}\right)^{\frac{q}{p+q}} > \lambda'(1-\varepsilon)\left(\frac{k''}{k'}\right)^{\frac{1}{\log\frac{k'}{k}}\log\left(\frac{\lambda'}{\lambda}\frac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon}\right)}.$$

» Donc

$$\lambda'' \geqq \lambda'\left(\frac{k''}{k'}\right)^{\frac{1}{\log\frac{k'}{k}}\log\frac{\lambda'}{\lambda}}$$

relation qui peut s'écrire

$$\begin{vmatrix} \log\lambda & \log k & 1 \\ \log\lambda' & \log k' & 1 \\ \log\lambda'' & \log k'' & 1 \end{vmatrix} \leqq 0 \qquad \text{ou} \qquad \begin{vmatrix} \log X & \log Y & 1 \\ \log X' & \log Y' & 1 \\ \log X'' & \log Y'' & 1 \end{vmatrix} \geqq 0.$$

» Si $X'Y'$, $X''Y''$ sont deux systèmes de rayons associés tels que $X'' \leqq X'$, $Y'' \geqq Y'$ et XY un troisième système quelconque, on a

$$(X - X')(Y - Y'')\begin{vmatrix} \log X & \log Y & 1 \\ \log X' & \log Y' & 1 \\ \log X'' & \log Y'' & 1 \end{vmatrix} \leqq 0.$$

Si $\log X$, $\log Y$ sont les coordonnées d'un point M mobile, cette inégalité détermine trois droites qui limitent des régions où le point M ne peut pas se trouver. Si $X'' - X'$ et $Y'' - Y'$ tendent vers o, on voit que le point M décrit une courbe convexe, tout entière située du même côté de la tangente que les parties des axes à l'infini dans le sens négatif.

» En particulier, si $X' = X''$ et $Y' < Y''$, on a toujours $X = X'$ lorsque $Y < Y''$.

» On peut encore obtenir l'ensemble des rayons associés comme enveloppe d'une droite mobile. Supposons que $\frac{p}{p+q}$ reste compris entre $\alpha - \varepsilon$ et $\alpha + \varepsilon$, où $0 < \alpha < 1$, ε tendant vers 0 lorsque $p + q$ devient infini; p sera, par exemple, compris entre $\alpha(p+q) \pm \sqrt{p+q}$. Soit alors λ la plus grande limite de $\sqrt[p+q]{|a_{p,q}|}$, celle de $\sqrt[p+q]{|a_{p,q}|\,X^p Y^q}$ sera $\lambda X^\alpha Y^{1-\alpha}$, et pour tout système XY on a

$$\alpha \log X + (1 - \alpha) \log Y + \log \lambda \leqq 0.$$

En faisant varier α entre 0 et 1, on a une série de droites dont l'enveloppe donne les systèmes de rayons associés. Cette enveloppe peut comprendre des courbes et des portions de droites. Dans ce dernier cas, il y a une infinité de systèmes liés par une relation de la forme $X^\alpha Y^{1-\alpha} = C$, où X varie entre deux limites déterminées. En généralisant les méthodes de recherche des points singuliers pour les séries simples, on arrive, dans ce cas, au théorème suivant :

» *Si la série a des rayons de convergence liés par la relation* $X^\alpha Y^{1-\alpha} = C$, *où* $X' < X < X''$, *soit* $X_1 Y_1$ *l'un de ces systèmes; si le point* $x = X_1 e^{\omega i}$, $y = Y_1 e^{\omega' i}$ *n'est pas singulier, le point d'arguments* $\omega\omega'$ *n'est singulier sur aucun de ces systèmes. De sorte que les points singuliers situés sur ces circonférences de convergence ont les mêmes arguments.*

» *Si,* $X = X'$ *reste constant, lorsque* $Y < Y'$, *il y a un point* $x = X' e^{\omega i}$ *singulier quel que soit* y. *Si* $\sqrt[p+q]{|a_{p,q}|}$ *tend vers* 0, *sauf pour des suites telles que* $\frac{q}{p+q}$ *tende vers* 0, X *reste constant quel que soit* Y. *Si cela n'a pas lieu,* X *peut tendre vers* 0 *et l'on peut distinguer trois cas :*

» 1° *Si à partir d'une valeur de* X, $Y = Y'$ *reste constant, il y a un point* $y = Y' e^{\omega i}$ *singulier quel que soit* x;

» 2° *Lorsque* X *tend vers* 0, *si* Y *tend vers une limite finie* Y', *il y a un point singulier* $x = 0$, $y = Y' e^{\omega i}$, *mais* $x = 0$; y *n'est pas singulier lorsque* $|y| < Y'$;

» *Si* Y *augmente indéfiniment lorsque* X *tend vers* 0, $x = 0$; y *n'est jamais singulier lorsque* y *est fini, mais le point* $x = 0$, $y = \infty$ *est singulier.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation exponentielle générale et quelques-unes de ses applications.* Note de M. L. DESAINT, présentée par M. H. Poincaré.

« On connaît la représentation d'une fonction périodique par une somme d'exponentielles à l'intérieur d'un rectangle.

» On sait aussi que, dans un grand nombre de problèmes dont la solution se rattache à l'intégration d'équations différentielles et fonctionnelles, on suppose *possible a priori* la représentation d'une intégrale sous la forme d'intégrale définie

$$y = \int_{\alpha}^{\beta} v(z) e^{zx} dz,$$

se présentant comme somme (non dénombrable cette fois) d'exponentielles. M. Poincaré, en reprenant cette méthode due à Laplace, a pu donner la solution d'une équation linéaire à coefficients algébriques entiers.

» De plus, les questions de calcul fonctionnel distributif se rattachent intimement à la représentation exponentielle.

» Voici tout d'abord la généralisation de la proposition sur le développement d'une fonction périodique :

» Toute fonction holomorphe à l'intérieur d'un rectangle s'y développe toujours en une série d'exponentielles.

» Cette proposition se complète d'ailleurs par la suivante :

» Une fonction holomorphe dans une aire limitée par un contour convexe est toujours représentable dans cette aire par une somme d'exponentielles.

» Dans ce dernier énoncé, la somme d'exponentielles n'est pas dénombrable; c'est une intégrale double qu'on peut ramener à une intégrale simple, en prenant un contour polygonal convexe comme contour de l'aire du développement; celui-ci se présente sous cette forme

$$f(x) = \sum_{1}^{k} \int^{\infty} f_k(t) e^{\alpha_k x t} dt,$$

α_k étant une constante.

» Les deux propositions générales qui précèdent s'étendent d'ailleurs immédiatement aux *fonctions de plusieurs variables* holomorphes sur une surface formée par des aires convexes dans le plan des variables respectives.

» *Applications.* — La résolution des équations différentielles linéaires et des équations fonctionnelles, dans beaucoup de cas, est aisée par l'application des théorèmes précédents. Le calcul de généralisation de M. Oltramare y trouve sa justification dans des circonstances générales; certains résultats de M. Pincherle sur les opérations distributives sont rendus intuitifs.

» Dans un autre ordre d'idées, l'application de la représentation exponentielle à la recherche des points singuliers de fonctions définies par une série de Taylor est des plus fécondes. L'emploi de cette représentation m'a permis d'arriver aux résultats exposés dans ma Note du 6 mai 1901. Voici deux nouvelles propositions :

» Soit $f(x, y)$ une fonction de deux variables donnée par la série

$$f(x, y) = \sum A(n, m) x^n y^m,$$

valable à l'intérieur et sur les cercles de rayon *un* de leur plan. Si

$$A(u, v)$$

ne devient infinie pour des valeurs infiniment grandes de la variable que si l'une au moins des variables s'éloigne à l'infini suivant une direction comprise, pour u dans un certain angle $\mathcal{A} < \pi$, et pour v dans un angle $\mathcal{A}' < \pi$; si, de plus, θ est l'angle de l'un des côtés de $\mathcal{A} (0 < \theta < \pi)$ avec la partie positive de l'axe des quantités réelles, θ' étant l'angle analogue pour $\mathcal{A}'$, la fonction $f(x, y)$, définie par

$$f(x, y) = \sum A(n, m) x^n y^m,$$

a ses points singuliers sur les spirales

$$1 - x e^{ue^{-i\left(\frac{\pi}{2}+\theta\right)}} = 0, \qquad 1 - y e^{ve^{-i\left(\frac{\pi}{2}+\theta'\right)}} = 0,$$

situées respectivement sur le plan des x et le plan des y.

» Plus généralement :

» Soit

$$f(x, y) = \Sigma A(m, n) x^m y^n$$

une série de Taylor valable à l'intérieur et sur le cercle de rayon *un* de chaque plan. Si la fonction

$$A(u, v)$$

est holomorphe pour les grandes valeurs de u et v dans un angle non nul de leur plan respectif contenant l'axe des quantités réelles positives, *on peut toujours prolonger* $f(x, y)$ au delà de ses deux cercles associés de rayon *un*; chaque cercle peut être remplacé par un contour qui lui est extérieur et formé de deux arcs de spirale logarithmique partant chacun du point $x = 1$ (ou $y = 1$) du cercle de rayon *un* correspondant. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de variables complexes.* Note de M. **D. Pompéiu**, présentée par M. H. Poincaré.

« Je résume, dans cette Note, les principaux résultats contenus dans un Mémoire « Sur la continuité des fonctions de variables complexes et sur le » prolongement analytique », qui doit paraître prochainement.

» I. La démonstration classique de la formule de Cauchy

$$f(x) = \frac{1}{2i\pi}\int_c \frac{f(z)}{z-x}\,dz$$

fournit le premier exemple du fait analytique suivant : sous certaines conditions, une fonction de variable complexe ne peut être *continue* sans être, en même temps, *monogène.*

» M. Goursat a montré, d'autre part, dans un Mémoire des *Transactions of the american Math. Society*, 1900, que la condition de *monogénéité* suffit pour établir toute la théorie de Cauchy.

» Le fait analytique signalé permet donc d'énoncer la proposition suivante :

» *Dans la définition d'une fonction analytique, d'après Cauchy, on peut remplacer, sur certains ensembles de points, la condition de monogénéité par la condition de continuité.*

» II. Il y a lieu, maintenant, de mettre en évidence des cas précis où cette proposition reste vraie.

» Les premiers résultats, quelques-uns déjà connus et que nous avons retrouvés par d'autres voies, peuvent être résumés dans l'énoncé suivant :

» Soit $f(x)$ une fonction de variable complexe définie dans un domaine D; on suppose :

» 1° Que cette fonction est continue dans D;

» 2° Qu'elle est monogène dans D, sauf peut-être pour certains points ξ (intérieurs à D).

» Si les points ξ forment dans D un ensemble *réductible de points* ou de *lignes rectifiables*, la fonction $f(x)$ est monogène aussi aux points ξ et, par suite, est holomorphe dans le domaine D tout entier. (Il est sous-entendu, dans cet énoncé, que les points *intérieurs* du domaine D forment un ensemble d'un seul tenant.)

» III. J'ai étendu ce théorème à certaines catégories de lignes continues non rectifiables, mais on conçoit tout de suite qu'il est impossible de laisser, dans l'énoncé précédent, au mot *ligne* le sens général qu'il comporte : les lignes continues de M. Peano peuvent remplir des domaines, et avec de telles lignes la proposition précédente est manifestement inexacte.

» Si les points ξ forment dans D un ensemble parfait purement ponctuel, la proposition est vraie. Il n'en est pas de même s'il s'agit d'un ensemble parfait quelconque (à deux dimensions et non dense).

» On peut construire, en effet, une fonction de variable complexe $z(x)$, ayant les propriétés suivantes :

» 1° Elle est continue dans le domaine D où elle se trouve définie;

» 2° Dans toute portion de D on peut trouver une région assez petite dans laquelle $z(x)$ est holomorphe;

» 3° $z(x)$ n'est pas analytique dans le domaine D tout entier.

» IV. Il est inutile d'insister sur le rapport immédiat qu'il y a entre les généralités qui précèdent et la théorie du prolongement analytique; nous n'insisterons pas non plus ici sur les applications que ces généralités trouvent dans la même théorie, qu'il s'agisse du prolongement au sens usuel du mot ou du prolongement généralisé, d'après les idées de MM. Borel et Fabry.

» Rappelons seulement ce théorème fondamental :

» *Deux fonctions analytiques holomorphes dans un domaine* D, *sur la frontière duquel elles prennent la même suite* (*continue ou* discontinue) *de valeurs, coïncident dans* D.

» V. On sait que le caractère essentiel d'une fonction analytique est une sorte de solidarité entre les valeurs de cette fonction, dans le domaine où elle se trouve définie. L'intégrale de Cauchy met, justement, en évidence ce caractère essentiel dont le prolongement analytique n'en est que la traduction arithmétique.

» D'après cela, généraliser le prolongement analytique revient à « introduire dans le calcul des expressions analytiques dont les valeurs, en des régions diverses de convergence, soient liées simplement entre elles ». Dans cet ordre d'idées j'ai étudié les séries de la forme

$$(1) \qquad \Sigma A_n e^{\frac{a_n}{x-a_n}},$$

où les a_n sont des points distribués, d'après une loi arbitraire, dans une ou plusieurs couronnes ayant l'origine pour centre, la série $\Sigma |A_n|$ étant convergente.

» La fonction de variable complexe définie par la série (1), dans ses diverses régions de convergence, rentre dans la catégorie des fonctions analytiques généralisées d'après les définitions de MM. Borel et Fabry.

» Certaines propriétés générales des séries (1) les rapprochent des séries de fractions simples étudiées par M. Borel; toutefois les séries (1) présentent des propriétés nouvelles et importantes que j'étudie en détail, dans le Mémoire cité au début de cette Note. »

ÉLECTRICITÉ. — *Récepteur de télégraphie sans fil.* Note de M. Édouard Branly.

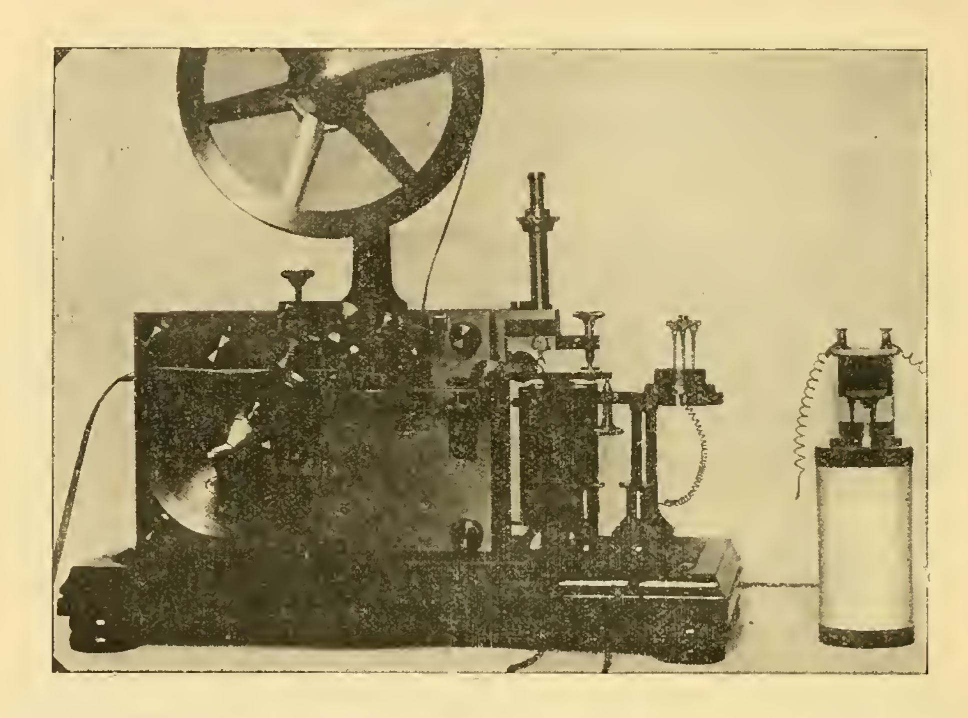
« Jusqu'ici tout récepteur de télégraphie sans fil fonctionne avec un radioconducteur. Pour recevoir une dépêche *inscrite*, on fait usage de l'enregistreur Morse, et le radioconducteur qu'on lui associe est constamment un tube de limaille. Le choix du tube à limaille s'explique par la facilité de sa construction; mais la multiplicité des contacts, les modifications que la frappe apporte aux surfaces en présence, en rendent parfois le jeu variable. Ayant eu l'occasion de rencontrer de l'inconstance dans les meilleurs tubes à limaille, quelle que fût leur origine, j'ai cherché un radioconducteur plus régulier.

» En faisant usage du contact *métal oxydé-métal poli* [1], j'ai obtenu un radioconducteur joignant à la régularité une sensibilité supérieure à celle des tubes à limaille utilisables avec le Morse. Chemin faisant, j'ai supprimé le frappeur indépendant, augmenté la vitesse d'inscription et établi un récepteur simple plus avantageux que les récepteurs en usage.

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 10 février 1902.

» *Radioconducteur.* — C'est un trépied formé d'un disque circulaire sur lequel sont implantées trois tiges verticales à pointes mousses oxydées. Ces pointes, qui sont actuellement en acier trempé, bien poli, puis oxydé à une température fixe, reposent librement sur un disque en *acier poli. Le degré d'oxydation des pointes* ([1]) *et le poli*



du disque jouent le rôle essentiel. En séparant du disque deux pointes à la fois par du papier, on peut s'assurer que les trois contacts sont identiques. La légère couche d'oxyde se conserve intacte pendant plusieurs mois.

» *Premier circuit.* — Un élément d'un demi-volt est relié par l'un de ses pôles à la vis supérieure du butoir du Morse; le courant traverse cette vis, passe par une lamelle de platine soudée à la palette mobile, se rend au relais (relais Claude), puis à une résistance variable et au disque d'acier. Le courant traverse les contacts métal poli-métal oxydé et retourne à la pile.

» *Second circuit.* — C'est le circuit dont le courant est déclenché par le relais. Il comprend un élément de pile ou un accumulateur, les contacts fermés par le jeu du relais et les bobines du Morse.

» Une étincelle ayant éclaté au poste transmetteur, le premier circuit se

---

([1]) En réglant la température de l'étuve, on dirige à volonté l'oxydation des pointes, ce qui permet d'obtenir sûrement la sensibilité cherchée.

ferme par le contact métal oxydé-métal poli, qui devient conducteur; le second circuit se ferme par le jeu du relais. La palette du Morse étant attirée, le circuit *s'ouvre* entre la vis supérieure du butoir et le platine soudé sur la palette; la palette continue son mouvement par sa vitesse acquise, frappe la vis inférieure du butoir et par *ce choc* (qui peut être très faible) opère le retour du trépied. Quand le ressort antagoniste du Morse a réappliqué la palette contre la vis supérieure du butoir, une nouvelle étincelle peut agir. La faiblesse du choc permet de réduire la course de la palette du Morse en rapprochant les deux vis du butoir et d'augmenter la vitesse de transmission.

» Le radioconducteur est soustrait à l'influence des étincelles du transmetteur de son propre poste par l'attraction d'un électro-aimant auxiliaire qui sert à soulever très légèrement le trépied pendant que le poste effectue à son tour des transmissions. Ce dispositif est figuré à part sur un support cylindrique indépendant. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décharge électrique dans la flamme.* Note de M. JULES SEMENOV, présentée par M. Lippmann.

« On sait que la variation de la pression, au sein d'un gaz, exerce une influence sur le caractère de la décharge électrique. Cela étant, il m'a paru intéressant d'étudier l'influence, sur la décharge, d'autres facteurs que la pression. A ce point de vue, l'étude de la décharge électrique dans la flamme du gaz présente un grand intérêt.

» Je fais passer la décharge d'une bobine d'induction entre un bec de gaz et une pointe métallique, ou entre deux becs de gaz. Avec deux becs de Bunsen ordinaires, donnant des flammes de 10^{cm} environ de hauteur, on voit jaillir des étincelles entre les deux flammes.

» L'étincelle part de l'orifice du bec relié au pôle positif de la bobine, suit la gaine extérieure obscure de la flamme, puis en sort, un peu au-dessus du sommet du cône intérieur, dans la direction normale à la flamme négative, pour s'arrêter à une distance de plus de 1^{cm} environ de la partie visible de cette flamme. La dissymétrie des pôles est toujours très nette, quel que soit le sens du courant primaire.

» L'étincelle reprend son aspect habituel seulement à la sortie de la flamme positive. Dans la flamme même, l'étincelle se traduit par un point brillant sur l'orifice du bec et par un plus grand éclat de la région comprise entre ce point brillant et le point où l'étincelle sort de la flamme. La lueur

de cette région rappelle l'état lumineux d'un tube Geissler, à vide peu avancé.

» Comme le courant gazeux du bec Bunsen est très fort, il est plus avantageux d'opérer avec des flammes petites. Je me suis servi, à cet effet, de petits tubes en cuivre de $0^{mm},5$ de diamètre intérieur, qui donnent des flammes fines dont on peut faire varier la hauteur de 1^{mm} à plusieurs centimètres. En faisant passer la décharge d'une bobine d'induction entre une flamme pareille et une pointe placée au-dessus d'elle, j'ai pu constater les faits suivants :

» 1. La décharge passe par la gaine extérieure obscure de la flamme en la rendant lumineuse. Si la flamme est très petite, toute la gaine s'illumine et forme autour de la flamme une véritable enveloppe bleu violacé. Cette enveloppe monte jusqu'à la pointe et atteint des dimensions très considérables par rapport à la flamme. Lorsque, peu à peu, on augmente la flamme, l'enveloppe lumineuse diminue et s'amincit; quand le sommet de la flamme vient à dépasser l'électrode opposée, la partie de la flamme située au-dessus de cette électrode se trouve complètement dépourvue de sa gaine extérieure. Il en résulte une combustion incomplète du charbon qui se dépose en abondance sur le côté supérieur de l'électrode.

» 2. Pendant la décharge, la pointe s'échauffe très fortement quand elle fait office de pôle négatif; elle s'échauffe sensiblement moins lorsqu'elle est reliée au pôle positif de la bobine.

» 3. Du pôle positif au pôle négatif il se fait un transport de particules matérielles, arrachées de l'électrode même ou du milieu environnant. Mais il n'y a pas de transport dans le sens contraire. Fait-on passer la décharge entre une petite flamme et un fil de platine soudé dans du verre, toute l'enveloppe extérieure de la flamme se colore en jaune, quand le fil de platine est positif, mais elle reste incolore si le fil est négatif. Ce flux anodique produit sur la cathode un reflux de particules matérielles, phénomène qui se manifeste par le dédoublement de la flamme. Ce dédoublement se produit d'une façon particulièrement nette lorsque le plan de l'orifice du bec de gaz n'est pas perpendiculaire à son axe, cette disposition rendant fixe le point d'aboutissement du flux anodique. Les deux flammes n'ont pas le même éclat. L'une, plus sombre, donne passage au flux, tandis que l'autre, plus brillante et, en même temps, plus courte, se dirige, sous un certain angle, du côté opposé au flux anodique, paraissant ne prendre aucune part à la décharge.

» Quand le bec est relié au pôle positif de la bobine, la flamme se rac-

courcit et devient très brillante, mais ne se dédouble jamais. Sur l'électrode opposée, le reflux cathodique se manifeste par une répulsion de la flamme, ce qui masque l'attraction entre la flamme et le pôle contraire. On constate ce phénomène en faisant la flamme assez longue (5^{cm} à 6^{cm}) et en prenant pour pôle opposé une boule métallique, placée tout près de la flamme, au milieu de sa hauteur, sans pourtant la toucher. Quand la boule est pôle positif, la moitié supérieure de la flamme, dépourvue de sa gaine extérieure, vient s'étaler sur le sommet de la boule, y déposant une forte couche de charbon; mais, lorsque la boule est négative, la flamme reste droite, comme si la boule n'exerçait pas d'attraction, laquelle, pourtant, existe. On la met en évidence en poussant la boule jusqu'à la région brillante de la flamme. Dans ce cas, la partie supérieure de la flamme s'étale toujours sur la boule, quel que soit le sens du courant.

» *Conclusions.* — La décharge électrique dans la flamme, nettement dissymétrique, permet de constater les faits suivants :

» 1. Le pôle négatif s'échauffe beaucoup plus que le pôle positif.

» 2. Du pôle positif vers le pôle négatif, et toujours dans un seul sens, il se fait un véritable transport de particules matérielles qui suivent toutes les sinuosités de l'étincelle.

» 3. Le pôle négatif est le siège d'un phénomène de reflux de particules matérielles dont la direction paraît indépendante de la position relative des deux pôles. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la température de l'arc électrique.* Note de M. **Ch. Féry**, présentée par M. Lippmann.

« I. C'est M. Violle qui a démontré le premier que la température du cratère de l'arc est indépendante de l'intensité du courant, comme représentant un changement d'état physique (ébullition du carbone); cette remarque donne à la détermination de la température du charbon positif de l'arc une importance assez grande.

» Ce n'est, on le sait, que par extrapolation de lois physiques bien étudiées qu'on est arrivé à l'évaluation de cette température. M. Violle trouve 3500°, par extrapolation de la loi de variation de la chaleur spécifique du carbone. MM. Wilson et Gray, en extrapolant la courbe représentant le rayonnement de l'oxyde de cuivre, arrivent à 3400° (¹). M. Le Chatelier

(¹) *Proceedings of the Royal Society*, t. LXIII, 1895, p. 24-36.

indique 4100° en étudiant par son pyromètre optique l'émission lumineuse ($\lambda = 0^\mu,659$) des corps noirs. M. Wanner, en extrapolant les droites isochromatiques du charbon des lampes, trouve 3427° pour les charbons à mèche et 3577° pour le charbon de cornue ([1]).

» J'ai moi-même retrouvé une valeur identique à celle qui a été obtenue par M. Violle, en appliquant la loi de Stéfan ([2]).

» II. Il m'a semblé intéressant de contrôler ce résultat par l'emploi d'une autre méthode; je me suis servi des formules récemment indiquées comme représentant l'allure du rayonnement en lumière monochromatique.

» Ces formules sont des exponentielles; j'ai choisi celle de Wien : $I_0 = C\lambda^{-5}e^{-\frac{c\lambda}{\theta}}$. Les différentes lois proposées ne diffèrent d'ailleurs que pour de très grandes valeurs de la longueur d'onde.

» Au point de vue expérimental, le pyromètre optique de M. Le Chatelier semble tout indiqué, mais il devient peu commode lorsque les écarts de température sont grands. Il est nécessaire, on le sait, dans cet appareil où l'équilibre photométrique est obtenu par une lentille à œil-de-chat, d'interposer des verres absorbants devant la source lumineuse lorsque le rayonnement de celle-ci devient trop considérable.

» Pour éviter la répétition de cette manœuvre, qui introduit des causes d'erreur qui se totalisent, je ramène l'équilibre photométrique au moyen d'un prisme de verre absorbant très aigu.

» La loi de l'absorption étant elle-même une exponentielle $I = I_0 e^{-Kx}$, il est facile de voir que, au moment de l'équilibre photométrique, on a

$$Kx = \frac{B}{\theta} + C.$$

» Les constantes K, B et C sont fonction de la longueur d'onde, de l'angle du prisme et de la nature du verre employé.

» En d'autres termes, *l'épaisseur x du prisme*, proportionnelle à son déplacement, *est aussi proportionnelle à l'inverse de la température absolue* θ du corps supposé noir qu'on étudie.

» Cette relation a été vérifiée pour deux longueurs d'onde : rouge $\lambda = 659$ et verte $\lambda = 562$ ([3]), données par des verres convenables.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. II, 1900, p. 156.

([2]) *Comptes rendus*, 28 avril 1902.

([3]) Le verre vert employé est à base d'urane; il laisse passer les trois bandes étroites suivantes sous l'épaisseur de 1^{cm} employée dans ces expériences : rouge, $0^\mu,726$

» Voici les résultats provenant de la comparaison de ce pyromètre à absorption avec un couple platine-platine rhodié, placé dans un four à résistance de platine [1] :

Verre rouge.		Verre vert.	
θ (couple).	θ (pyromètre).	θ (couple).	θ (pyromètre).
1100°	1098°	1270°	1272°
1130	1137	1340	1335
1180	1169	1410	1415
1230	1227	1470	1462
1290	1288	1500	1512
1400	1397	»	»
1460	1457	»	»
1500	1507	»	»

» Il résulte de ces mesures que la loi de Wien est vérifiée dans ces limites ; la température absolue est donnée, en lumière rouge, par la formule

$$\theta = \frac{10000 \times 17.80}{134.7 - d},$$

d étant le déplacement en millimètres donné au prisme, et en lumière verte par

$$\theta = \frac{10000 \times 11.71}{77.8 - d}.$$

» Les déplacements obtenus par l'arc ont été de 91^{mm} en lumière rouge et 49^{mm} en lumière verte, ce qui conduirait à 3867° dans le premier cas et 3897° dans le second.

» J'ai pensé d'abord que cette divergence avec la valeur 3490° donnée par la loi de Stéfan pouvait provenir des impuretés des charbons de la lampe que j'employais.

» De nouvelles mesures ont donc été faites tant en chaleur qu'en

---

à $0^{\mu},680$; jaune vert, $0^{\mu},572$ à $0^{\mu},555$; et verte $0^{\mu},525$ à $0^{\mu},512$. L'adjonction d'un verre vert ordinaire supprime la bande rouge et atténue beaucoup la dernière bande verte. On peut admettre que la mesure porte sur $0^{\mu},562$.

(1) La matière réfractaire de ce four est du corindon artificiel aggloméré par un silicate alcalin très étendu. Cette matière a les avantages suivants : elle résiste très bien aux températures élevées, se comporte par elle-même déjà comme un corps noir, et n'attaque pas le platine comme les terres riches en silice.

lumière avec des charbons graphitiques très purs; elles ont donné les mêmes résultats.

» Si l'on rapproche ces nombres de celui qui a été obtenu par M. Le Chatelier, 4100°, également plus élevé, il semble que *le charbon ne se comporte plus, à son point d'ébullition, comme un corps parfaitement noir*, pour lequel seulement ces formules sont applicables. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Champs de force de diffusion bipolaires.* Note de M. S. Leduc, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 17 février 1902), nous avons indiqué comment on pouvait appliquer la notion et le mode de représentation des champs de force aux phénomènes qui se passent dans les liquides, et comment on pouvait photographier le spectre d'un champ de force monopolaire de diffusion.

» Nous présentons aujourd'hui l'étude des champs de force de diffusion bipolaires.

» *Définition.* — Si, dans une solution I, on introduit une goutte d'une solution II de la même substance, mais ayant une concentration moléculaire ou tension osmotique plus ou moins grande que celle de la solution I, cette goutte est le foyer ou pôle d'un champ de force; la substance dissoute s'éloigne de la goutte ayant une tension osmotique plus forte que celle du milieu dans lequel elle se trouve; nous l'appelons pôle +; la substance dissoute se dirige, au contraire, vers la goutte ayant une tension osmotique plus faible que celle du milieu; cette goutte est un pôle —.

» *Production et photographie des spectres des champs de force de diffusion.* — Sur une plaque de verre on verse une solution concentrée quelconque n'agissant pas chimiquement sur le sang; au milieu du cercle formé par le liquide, on dépose une goutte de sang défibriné : on a un pôle négatif de diffusion; la substance dissoute pénètre dans la goutte de sang, l'eau en sort, les globules rouges sont entraînés par l'eau seule, jamais par la substance dissoute dont les courants les écartent; ils dessinent autour de la goutte un cercle grandissant de lignes rayonnantes, donnant un spectre de diffusion parfaitement régulier. Deux gouttes de sang, placées à 2^{cm} ou 3^{cm} l'une de l'autre, forment deux pôles négatifs; on constate que leurs lignes de force se repoussent, et l'on a un spectre identique à celui de deux pôles magnétiques du même nom.

» Sur la solution concentrée on répand du sang dilué dans une solution isotonique, puis on place, à 2^{cm} ou 3^{cm} de distance, deux fragments de substance soluble, sucre, sel, etc.; on a ainsi deux pôles de diffusion positifs, et l'on constate que leurs lignes de force se repoussent.

» Dans la solution concentrée répandue sur la plaque de verre on place, à 2^{cm} ou 3^{cm}

de distance, un fragment de substance soluble et une goutte de sang; on a alors deux pôles de diffusion de signe contraire, et l'on constate que les lignes de force les unissent en traînées fusiformes, allant d'un pôle à l'autre, comme dans le spectre de deux pôles magnétiques de noms contraires.

» En résumé, les spectres de diffusion ont le même aspect et les mêmes caractères que les spectres magnétiques ou électriques.

» A l'aide d'un appareil à projection horizontal, on peut montrer sur l'écran la formation de ces différents spectres. On peut photographier les spectres soit directement, soit sur l'écran.

» Les cercles grandissant de diffusion, produits par des pôles de même nom, lorsqu'ils se rencontrent, se séparent par des droites circonscrivant des polygones; il en résulte l'aspect d'une coupe cellulaire que l'on peut voir se former sur l'écran. Il est évident que des sphères de diffusion grandissant les unes près des autres produisent des polyèdres dont l'ensemble représente une structure cellulaire.

» Ces expériences montrent que les figures de la karyokinèse peuvent être des spectres de diffusion.

» L'agglutination des globules rouges en suspension peut résulter de simples différences de pression osmotique; les globules, entraînés par l'eau, se groupant autour des points de forte pression. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les modifications apportées par la self-induction à quelques spectres de dissociation.* Note de M. A. DE GRAMONT, présentée par M. G. Lippmann.

« Dans une Note récente ([1]), j'ai étudié l'action d'une self-induction sur les spectres d'étincelle de l'hydrogène, de l'air, du soufre, du sélénium, du tellure et du phosphore, libres ou combinés. En continuant l'usage du même dispositif expérimental, j'ai obtenu les résultats suivants :

» L'*arsenic*, pour une self de $0^h,01014$, donne encore ses principales raies dans l'orangé et dans le vert, tandis que pour $0^h,0225$, même avec 6 jarres, il ne donne plus que 6110 et 6024 très faiblement, dans l'orangé (où d'autres raies ordinairement plus fortes, telles que 6170 et 6078, ont disparu), et les raies vertes, beaucoup plus visibles : 5651, 5558, 5498, 5330, 5231, 5105, 4984.

([1]) *Comptes rendus*, 5 mai 1902, p. 1048.

» Dans les mêmes conditions ($0^h,0225$), l'*antimoine* est surtout reconnaissable par ses raies orangées : 6129, 6078, 6052, 6004, 5909, qui sont plus fortes que les vertes : 5638, 5568, 5464, 5380, très bien visibles cependant. L'analyse spectrale directe de l'allemontite ($SbAs^3$) m'a permis d'observer simultanément les raies de ces deux métalloïdes, dont j'ai étudié en outre les modifications spectrales dans les minéraux ou dans les sels fondus. Il est facile de s'assurer ainsi que l'antimoine est moins affaibli dans l'étincelle oscillante que l'arsenic. J'ai constaté, en faisant usage d'un réseau plan de Rowland et d'objectifs quartz-calcite, que les raies suivantes de l'antimoine résistaient bien à la self-induction et pouvaient être photographiées dans les minéraux : 3723, 3638 (¹), et surtout le doublet (3267, 3232) (²), puis 3030, 2878, 2790.

» Avec le graphite de Sibérie, ou bien le carbonate de sodium fondu, et même avec la forte condensation de 6 jarres, le spectre du *carbone* disparaît très rapidement par de faibles self-inductions : pour $0^h,00002$ toutes les raies, sauf la rouge C_α (6579), sont déjà très affaiblies, et disparaissent presque complètement pour $0^h,00006$, même la ligne indigo C_β (4267), la plus forte de toutes dans l'étincelle condensée non oscillante. C_α est plus persistante, et encore faiblement visible pour $0^h,00156$; elle a totalement disparu pour $0^h,00350$.

» Le spectre du *silicium*, tiré soit du silicate de sodium fondu, soit du silicium libre, peut être divisé en deux séries de raies se comportant d'une façon toute différente l'une de l'autre.

» Les deux doublets : Si_α (6370, 6342) du rouge, et Si_γ (5060, 5046) du vert, se voient encore, faibles mais très nets, avec $0^h,02250$ et le silicium libre, ou $0^h,00350$ dans le silicate fondu ; si la fusion est bien complète, elles persistent avec une plus forte self. Les autres groupes de raies disparaissent au contraire très vite ; Si_β (5979, 5960) de l'orangé, à peine visible avec $0^h,00023$, est éliminé par $0^h,00115$, tandis que le doublet violet, ordinairement confondu en une forte bande diffuse, Si_ε (4130), est très faible avec $0^h,00006$ et disparaît avec $0^h,00023$.

» L'examen spectral direct de l'argyrodite ($3Ag^2S, GeS^2$) m'a permis de constater que les deux raies capitales du *germanium*, Ge_α (6020) de l'orangé et Ge_β (5892) du jaune, qui d'ailleurs disparaissent quand on supprime le condensateur, diminuent rapidement d'intensité avec la self-induction : brillantes encore pour $0^h,00006$, elles sont à peu près invisibles pour $0^h,00023$. Il m'a paru en être de même pour les raies ultra-violettes, beaucoup moins caractéristiques d'ailleurs.

» Le *thallium*, au contraire, même avec ma self maximum $0^h,0225$, a été décelé par sa belle raie verte 5351 dans la lorandite (Tl^2S, As^2S^3), ou le réalgar accompagnant celle-ci, et même à l'état de traces dans du sélénium libre.

» En opérant sur les sels fondus, le spectre du *sodium* n'a pas paru modifié par l'introduction de la self et a montré ses lignes habituelles de l'étincelle condensée, avec le renversement des raies D, dû à l'absorption de la flamme chargée de vapeurs de sodium, s'exerçant sur le spectre électrique d'émission du sel sodique fondu.

(¹) Déjà obtenues par M. Hemsalech.

(²) Qu'il faut se garder de confondre, dans les minéraux, avec le doublet du cuivre (3274, 3248), d'intensité et de position voisines.

» Sans tirer des conclusions générales de ces recherches, entreprises surtout au point de vue analytique, je ferai observer que ces résultats, obtenus avec les métalloïdes, confirment les conclusions et les classifications de raies fondées par M. Hemsalech sur son étude des métaux. Pour le carbone et le silicium notamment, les raies qui disparaissent très rapidement par l'action de la self, C_β et Si_ε, sont parmi les plus vives de leurs spectres. Il semblerait donc bien que, dans les vapeurs qui constituent l'auréole produite par la décharge oscillante, certains systèmes de raies d'un même corps correspondraient à des parties dissemblables, de conductibilités différentes ou, si l'on préfère, de plus ou moins facile transmission de la décharge. Ces vues, d'ailleurs, ne me sont pas personnelles et découlent aussi bien des recherches de MM. Schuster et Hemsalech que de celles de M. Zeemann, de M. Preston, de MM. Humphreys et Mohler, etc. — Je me permettrai de rappeler, en terminant, combien les idées neuves que la spectroscopie nous apporte sur la constitution de la matière sont magistralement exposées dans le récent Ouvrage de Sir Norman Lockyer, intitulé : *Inorganic Evolution* (¹). »

PHOTOGRAPHIE. — *Emploi de l'urine pour le développement de la plaque photographique.* Note de M. **R.-A. Reiss**, présentée par M. Lippmann. (Extrait.)

« L'image latente d'une plaque photographique, soumise à l'action d'une urine fraîchement éliminée, n'est pas développée; mais, si l'urine est rendue alcaline par addition d'une solution de carbonate de potassium, on constate que l'image apparaît rapidement, sans toutefois pouvoir atteindre le degré de densité nécessaire pour l'obtention d'un bon positif. Malgré une action prolongée du révélateur à l'urine, le dessin reste faible. La couleur de l'argent réduit est jaunâtre. Le cliché ainsi obtenu peut être renforcé soit par le bichlorure de mercure, soit par l'urane. Le fixage des clichés développés à l'urine se fait comme d'habitude dans une solution d'hyposulfite de sodium. Il est à remarquer que l'addition de carbonate de potassium à l'urine provoque un dégagement d'ammoniaque provenant de la décomposition partielle de l'urée contenue dans l'urine.

(¹) Londres, 1900.

» *Les urines devenues alcalines par la fermentation à l'air développent l'image latente de la plaque photographique sans addition de carbonate de potassium.*

» Il est vrai que, dans ce cas, le dessin est très faible.

» *Action de l'urine mélangée avec des révélateurs connus sur le développement de la plaque photographique.* — Pour contrôler l'action de l'urine mélangée avec un révélateur connu, nous avons exposé une série de plaques, nous les avons coupées et traitées ensuite, une moitié par du révélateur dilué d'eau, l'autre moitié avec du révélateur dilué d'urine. Ledit révélateur se composait de 1^l d'eau, 120^g de sulfite de sodium, 30^g de carbonate de potassium, 30^g de carbonate de sodium, 15^g d'iconogène, 10^g d'hydroquinone. Pour l'emploi, nous avons mélangé 1 partie du révélateur avec 1 partie d'eau ou d'urine. Les deux moitiés ont été développées en même temps. Les plaques servant aux essais étaient des *Intensives Mercier*. La différence de l'action des deux bains de développement, peu sensible pour les clichés surexposés, se fait sentir de plus en plus avec la diminution du temps de pose. Le bain contenant de l'urine est beaucoup plus énergique que celui contenant de l'eau.

» Nous avons obtenu des résultats particulièrement remarquables avec le révélateur à l'acide pyrogallique mélangé avec de l'urine fraîchement éliminée. La solution servant à nos essais était formée de 50^{cm^3} d'une solution d'acide pyrogallique à 2 pour 100, 25^{cm^3} d'une solution de carbonate de potassium à 10 pour 100, 8^{cm^3} d'*acétonsulfite Bayer*.

» Il nous semblait probable que l'agent actif dans l'urine était l'urée. Pour en avoir la certitude, nous avons extrait de l'urine humaine de l'urée chimiquement pure. A 20^{cm^3} d'une solution à 2 pour 100 de cette urée nous avons ajouté 10^{cm^3} d'une solution de carbonate de potassium. *Ce mélange révèle l'image latente de la plaque photographique.* C'est donc bien l'urée qui, dans l'urine, agit comme réducteur sur l'image latente.

» Ces recherches présentent un intérêt théorique et pratique. Nos travaux nous ont montré, en effet, que l'eau utilisée pour diluer nos révélateurs actuels peut être souvent avantageusement remplacée par l'urine, qui, par le fait qu'elle contient une assez grande quantité de l'agent réducteur, l'urée, communique au révélateur plus d'énergie, sans augmenter sensiblement sa tendance au voile. »

PHYSIQUE. — *Sur la température du maximum de densité, et sur la conductivité électrique de quelques solutions de bromure et iodure de baryum, et de chlorure, bromure et iodure de calcium.* Note de MM. **L.-C. de Coppet** et **W. Muller**, présentée par M. J. Violle.

« Les résultats des expériences sont consignés dans le Tableau suivant. Les températures sont celles du thermomètre à hydrogène. Les mesures de conductivité électrique ont été faites par M. W. Müller.

Nature et poids moléculaire du corps dissous.	m. Molécules-gramme du corps dissous dans 1000g d'eau.	t_m. Température du maximum de densité.	D. Abaissement de la température du maximum au-dessous de 3°,982.	$\frac{D}{m}$. Abaissement moléculaire de la température du maximum.	$10^5 k \left(\frac{1}{\text{ohm.cm}}\right)$. Conductivité électrique à 18°.	$10^5 \frac{k}{m}$. Conductivité électrique moléculaire à 18°.	Conductivité électrique moléculaire à la température t_m.
		°	°	°			
Bromure de baryum $BaBr^2 = 297,3$.	0,0403	2,969	1,013	25,14	747	186	127
	0,1631	−0,304	4,286	26,28	2699	167	109
Iodure de baryum $BaI^2 = 391,1$.	0,0395	2,827	1,155	29,24	729	186	127
	0,0962	1,152	2,830	29,42	1610	168	112
Chlorure de calcium $CaCl^2 = 111,0$.	0,0431	3,206	0,776	18,00	761	177	124
	0,0744	2,645	1,337	17,97	1247	168	121 (4°)
	0,1500	1,234	2,748	18,31	2366	158	105
Bromure de calcium $CaBr^2 = 200,0$.	0,0406	3,157	0,825	20,12	747	184	125
	0,1268	1,324	2,658	20,93	2136	169	112
Iodure de calcium $CaI^2 = 293,8$.	0,0384	2,980	1,002	26,09	733	191	132
	0,1166	0,872	3,110	26,63	2021	174	115

» L'abaissement moléculaire de la température du maximum de densité est constant ou légèrement croissant. Comme pour les sels alcalins halogénés ([1]), il est plus grand pour les iodures que pour les bromures, pour les bromures que pour les chlorures ([2]). Il est plus grand pour les sels de baryum que pour les sels correspondants de calcium.

» Comme on devait s'y attendre, la conductivité électrique moléculaire est décroissante. »

CHIMIE. — *Sur quelques propriétés physiques de l'hydrogène telluré.* Note de MM. DE FORCRAND et FONZES-DIACON.

« Jusqu'aux recherches de MM. Berthelot et Fabre, l'hydrogène telluré n'avait été obtenu qu'à l'état de traces mélangées avec un grand excès d'hydrogène libre. Ces savants l'ont préparé pur, par l'action de l'acide

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 1218.

([2]) L'abaissement moléculaire pour le chlorure de calcium est 24° (*Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 533).

chlorhydrique dilué sur le tellurure de magnésium, dans le but d'en déterminer la chaleur de formation.

» Nous avons utilisé le procédé très général que l'un de nous a fait connaître : action de l'eau ou des acides étendus sur les composés binaires de l'aluminium.

» Le tellurure d'aluminium était préparé au moyen d'un mélange intime de tellure et d'aluminium, dont on provoquait la combinaison par l'inflammation d'un ruban de magnésium. On obtient ainsi une masse métallique, à cassure d'un gris brillant, qui est du tellurure d'aluminium pur Al^2Te^3.

» Sa décomposition par l'eau à froid donne un gaz ayant l'odeur caractéristique de l'hydrogène telluré, mais il contient toujours beaucoup d'hydrogène, même si l'on évite complètement l'influence de l'air. L'action des acides fournit de meilleurs résultats; parmi les acides, nous avons obtenu la réaction la plus régulière avec une dissolution de l'acide métaphosphorique du commerce employée à froid.

» Nous avons déterminé les points de fusion et d'ébullition de l'hydrogène telluré et sa densité liquide, de la manière suivante :

» Le flacon producteur communique avec un tube horizontal rempli d'anhydride phosphorique. Cette partie de l'appareil est reliée par un robinet à un tube en U de faible diamètre, terminé par un tube abducteur. Enfin la portion coudée de ce tube en U porte un petit tube vertical, de 3^{cm} de longueur et 3^{mm} de diamètre, fermé à sa partie inférieure et destiné à loger le gaz liquéfié. Tout l'appareil est en verre soudé, sauf un bouchon de caoutchouc qui joint le flacon producteur au tube à P^2O^5.

» L'appareil étant préalablement rempli d'hydrogène pur et sec, et le tube en U plongeant dans du chlorure de méthyle refroidi à -55°, on fait dégager rapidement l'hydrogène telluré. L'excès s'échappe sur la cuve à mercure et une grande partie se solidifie contre les parois du tube en U.

» On ferme alors le robinet et on laisse remonter très lentement la température du chlorure de méthyle. A -48° nous avons vu la masse solide qui tapissait les parois fondre brusquement et se rassembler en un liquide dans le petit tube soudé de la partie inférieure.

» Ce liquide est tout à fait incolore, si l'on opère à l'abri de la grande lumière du jour. Il est plus ou moins ombré si l'on fait l'expérience en pleine lumière, la coloration étant due alors à un peu de tellure dissous, provenant de la décomposition du gaz.

» On lit alors, au moyen d'un cathétomètre, à quelle hauteur se trouve le ménisque supérieur au-dessus de la pointe fermée inférieure du petit tube. Cette lecture doit être répétée plusieurs fois, tandis que la température du bain remonte vers -20°. (Après une série d'expériences, on peut évaluer le volume occupé par le liquide en détachant le petit tube de l'appareil et cherchant quel poids d'eau occupe ce même volume.)

» On laisse ensuite la température s'élever peu à peu. Jusque vers 0°, il ne se produit pas d'ébullition véritable. Il se dégage seulement, à partir de -10°, quelques bulles d'hydrogène que l'on recueille et qui proviennent manifestement de la décom-

position lente du liquide, qui se colore de plus en plus et laisse même déposer du tellure; à 0° l'ébullition devient régulière sous la pression de 760mm.

» Le gaz total dégagé est alors mesuré avec les corrections habituelles; son volume permet de calculer le poids de l'hydrogène telluré qui a été liquéfié, sans qu'il soit utile de se préoccuper de la proportion d'hydrogène libre (1).

» Nous avons trouvé ainsi, comme moyenne de trois essais concordants, le nombre 2,57 pour la densité de H^2Te liquide vers — 20°, cette densité ne paraissant pas se modifier beaucoup avec la température.

» En résumé, nous avons déterminé les données suivantes :

T (température d'ébullition)........	0° C. ou 273° abs.
T' (température de fusion)............	— 48° C. ou 225° abs.
D (densité liquide)..................	2,57
$\frac{PM}{D}$ (volume moléculaire).............	49,75

» Précédemment, nous avions trouvé, par des méthodes analogues :

T.................	211°,4	pour H^2S et	231°	pour H^2Se
T'.................	187°	»	209°	»
D.................	0,86	»	2,12	»
$\frac{PM}{D}$.................	39,53	»	38,20	»

» Ainsi, le volume moléculaire 49,75 s'écarte notablement de la valeur presque identique trouvée pour les deux premiers gaz (2), mais il s'écarte bien plus encore de celle que donne l'eau (18,82). En outre, on ne retrouve plus ici les différences assez régulières constatées avec H^2S et H^2Se pour T et T'. Ainsi

T — T'................................	24°,4	pour H^2S
T — T'................................	22	» H^2Se
T — T'................................	48	» H^2Te

» De même, $T_1 - T = 19,6$ et $T'_1 - T' = 22°$ pour H^3S et H^2Se, et, ici, nous trouvons $T_2 - T_1 = 42°$ et $T'_2 - T'_1 = 16°$.

---

(1) Au début, l'hydrogène telluré gazeux que l'on recueille est absolument pur. Au bout de 1 heure, le gaz ne contenait plus que 65 pour 100 de H^2Te. Après 8 heures de séjour dans des cloches sur le mercure ($t = +18°$), c'était de l'hydrogène pur. L'action de la lumière et l'élévation de la température activent beaucoup cette décomposition.

(2) Les volumes moléculaires des trois corps simples donneraient lieu à la même remarque. On aurait, pour S^2, 32; pour Se^2, 32,8; et pour Te^2, 40,7.

» Les analogies sont donc moins marquées, comme il arrive pour les métalloïdes à poids atomique élevé, bien que les points de fusion et d'ébullition s'élèvent à mesure que les poids atomiques augmentent et que les trois hydrures conservent encore une allure générale assez analogue. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés des chloro-, bromo- et iodosulfobismuthites de cuivre.* Note de M. **Fernand Ducatte**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note précédente (¹), nous avons indiqué la formation des chloro-, bromo-et iodosulfobismuthites de plomb, par l'action des chlorure, bromure et iodure de plomb sur le sulfure de bismuth.

» En suivant la même méthode, nous avons obtenu des produits analogues avec les chlorure, bromure et iodure cuivreux et le sulfure de bismuth. Ici encore, l'élément halogène entre en combinaison pour donner des produits bien cristallisés qui se forment également dans des géodes occupant la partie centrale des culots produits.

» Comme pour les composés plombiques, les cristaux sont généralement bien isolés et se détachent facilement de la masse.

» *Chlorosulfobismuthite de cuivre* $2Cu^2S, Bi^2S^3, 2BiSCl$. — Ce produit se présente en aiguilles brillantes, plates, de 4^{mm} à 5^{mm} de long ou en lamelles cannelées de la même longueur et atteignant quelquefois 2^{mm} de largeur.

» Il est d'un gris bronzé; sa poudre est gris foncé. Il est insoluble dans l'eau à la température ordinaire.

» Sa densité est de 6,78.

» Il est inaltérable à l'air à la température ordinaire. Pulvérisé et soumis à l'action de l'eau bouillante, il se décompose et abandonne à ce liquide du chlore à l'état d'acide chlorhydrique.

» Il se décompose sous l'action des acides minéraux en dégageant de l'hydrogène sulfuré.

» Chauffé au rouge sombre, il s'oxyde et dégage de l'acide sulfureux et laisse comme résidu des oxydes de cuivre et de bismuth.

» L'analyse montre qu'il répond à la formule indiquée

$$2Cu^2S, Bi^2S^3, 2BiSCl.$$

» *Bromosulfobismuthite de cuivre* $2Cu^2S, Bi^2S^3, 2BiSBr$. — On obtient ce

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1061.

produit en remplaçant le chlorure cuivreux par le bromure cuivreux; il se forme dans les mêmes conditions que le corps précédent.

» Il se présente en aiguilles plates, brillantes, gris bronzé, de 3mm à 4mm de long. Elles sont insolubles dans l'eau à froid. Leur densité est de 6,41.

» Elles sont inaltérables à la température ordinaire. Réduites en poudre et soumises à l'action de l'eau, elles lui abandonnent un peu de brome, même à froid, et davantage à l'ébullition; ce brome est à l'état d'acide bromhydrique.

» Elles se décomposent sous l'action des acides minéraux avec dégagement d'acide sulfhydrique.

» Leur poudre, chauffée, s'oxyde et dégage de l'acide sulfureux, puis fond en laissant finalement de l'oxyde de bismuth et de l'oxyde de cuivre.

» L'analyse montre qu'il répond à la formule ci-dessus.

» *Iodosulfobismuthite de cuivre* $2Cu^2S, Bi^2S^3, 2BiSI$. — Ce corps prend naissance dans les mêmes conditions que les composés chlorés et bromés.

» Il se présente en aiguilles extrêmement fines, rappelant l'iodosulfobismuthite de plomb, ou en lamelles brillantes, de 2mm de large environ, gris bronzé, soudées à chaque extrémité aux parois des géodes, et souvent enchevêtrées, agglomérées et difficiles à isoler complètement.

» Leur poudre est gris foncé et se décompose dans l'eau à la température ordinaire en abandonnant à l'état d'acide iodhydrique de l'iode en assez grande quantité.

» Ce produit est attaqué par les acides minéraux avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

» Chauffé à l'air, il s'oxyde, dégage de l'acide sulfureux, puis entre en fusion et laisse un résidu d'oxyde de bismuth et d'oxyde de cuivre.

» Leur densité est de 6,50. Ce chiffre paraît un peu élevé, mais il est dû au sulfure de bismuth que les lamelles conservent presque toujours en excès, comme le montre l'analyse.

» Les formules ont été confirmées par la reproduction synthétique que nous avons faite de ces différents corps, en partant des chloro-, bromo- et iodosulfures de bismuth fondus avec un mélange en proportions convenables de sulfure de cuivre et de sulfure de bismuth.

» *Conclusions*. — La présence de l'élément halogène, en proportion définie, que nous avions constatée dans les produits résultant de l'action des chlorure, bromure et iodure de plomb sur le sulfure de bismuth Bi^2S^3, n'est donc pas un fait isolé, et l'on obtient des produits de formule analogue avec les chlorure, bromure et iodure cuivreux et le sulfure de bismuth.

» La proportion de l'halogène est déterminée par la formule

$$2Cu^2S, Bi^2S^3, 2BiSX,$$

dans laquelle X peut remplacer Cl, Br ou I. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les cobaltioxalates alcalins.* Note de M. Copaux, présentée par M. H. Moissan.

« Le cobalt, à l'état sesquioxydé, possède une aptitude particulière à s'unir aux radicaux acides, en formant des combinaisons complexes: cobaltioxalates, cobalticyanures, cobaltinitrites, cobaltisulfites. Tous ces corps, ou du moins leurs types principaux, obéissent à la formule générale : $Co^2R^{12}M^6$,aq. On ne connaît pas de sels analogues de nickel.

» Dans l'étude que j'ai entreprise sur les degrés d'oxydation du cobalt, les cobaltioxalates, découverts par Kehrmann ([1]) en 1886, mais à peine étudiés, m'ont paru mériter une attention particulière. Les sesquioxydoxalates de fer, aluminium, chrome sont, en effet, connus depuis longtemps et, récemment, M. Wyrouboff ([2]) a soumis à une revision générale leur composition et leurs propriétés cristallographiques. La comparaison de ces corps avec leurs homologues du cobalt devait suggérer de nouveaux rapprochements entre le cobalt et les métaux à sesquioxydes.

» *Préparation des cobaltioxalates.* — L'oxalate de protoxyde de cobalt est une poudre cristalline rose, peu soluble dans l'eau et les acides, soluble à chaud dans les oxalates alcalins. La solution rouge ainsi obtenue vire au bleu vert sous l'influence des oxydants : hypochlorites, eau oxygénée, oxygène électrolytique, bioxyde de plomb additionné d'acide acétique.

» De tous ces réactifs, le plus avantageux est le dernier, proposé par Sörensen ([3]):

» Dissoudre à l'ébullition l'oxalate de cobalt dans un excès suffisant d'oxalate alcalin, refroidir vers 40°, ajouter deux fois la quantité théorique d'oxyde puce, puis l'acide acétique et agiter violemment.

» Dans le cas des oxalates peu solubles de soude et de lithine, le volume du liquide s'exagère et l'extraction du sel devient difficile.

» Préparer alors une solution concentrée des acétates, l'additionner d'oxyde puce, puis d'acide oxalique.

» *Purification.* — La liqueur bleu foncé, filtrée, est évaporée à froid dans le vide ou précipitée par l'alcool et les produits, purifiés par recristallisation.

» *Composition.* — J'ai ainsi préparé la série suivante, dont les deux premiers et le sixième terme étaient seuls connus jusqu'ici.

([1]) Kehrmann, *Ber.*, t. XIX, p. 3101.

([2]) Wyrouboff, *Bull. Soc. Minéral.*, t. XXIII, 1900, p. 65.

([3]) Sörensen, *Zeit. anorg. Ch.*, t. XI, p. 1.

	Co.	C^2O^4.	Métal alcalin.	H^2O.	Système cristallin (1).
$Co^2(C^2O^4)^6(AzH^4)^6$, 6 aq.	13,83	61,23	AzH^4 = 12,41	12,23	Clinorhombique
Théorie	13,68	61,25	12,53	12,53	
$Co^2(C^2O^4)^6K^6$, 7 aq.	11,61	52,55	K = 23,10	12,41	Triclinique
Théorie	11,72	52,48	23,26	12,52	
$Co^2(C^2O^4)^6Rb^6$, 8 aq.	9,34	40,53	Rb = 39,26	11,13	Orthorhombique
Théorie	9,06	40,54	39,34	11,05	
$Co^2(C^2O^4)^6Na^6$, 10 aq.	12,30	54,72	Na = 14,20	18,61	Clinorhombique
Théorie	12,24	54,77	14,31	18,67	
$Co^2(CO^2O^4)^6Li^6$, 12 aq.	»	58,04	»	24,30	Triclinique
Théorie	»	58,39	»	23,88	
$Co^8(C^2O^4)^{24}K^5Na^{19}$, 32 aq.	12,50	56,09	K = 5,05; Na = 11,66	15,15	Pseudocubique
Théorie	12,47	55,69	K = 5,14; Na = 11,52	15,18	
$Co^2(C^2O^4)^6Rb^3Na^3$, 5 aq.	11,41	49,94	Rb = 24,18; Na = 6,28	8,64	Clinorhombique
Théorie	11,12	49,75	Rb = 24,14; Na = 6,50	8,48	
$Co^2(C^2O^4)^6(AzH^4)^3Na^3$, 7 aq.	13,34	58,84	AzH^4 = 5,77; Na = 7,55	13,97	Clinorhombique
Théorie	13,18	58,99	AzH^4 = 9,03; Na = 7,71	14,08	

» Les nombres relatifs au sel de lithine sont inférieurs aux autres en exactitude, car je n'ai obtenu qu'une fois des cristaux suffisamment propres et volumineux de ce sel très soluble.

» Mais son isomorphisme complet avec l'aluminoxalate et le chromoxalate de lithium à $12H^2O$, que j'ai spécialement analysés, laisse peu de doute sur sa formule.

» *Mode analytique.* — Cobalt. Par électrolyse.

» La solution aqueuse du sel est additionnée d'un excès d'oxalate d'ammoniaque et électrolysée avec une densité de courant de 0,6 à 0,8 ampère par décimètre carré.

» Acide oxalique. Titrage au permanganate. Le sel est décomposé par la potasse bouillante; l'oxyde est lavé avec une solution de sulfate de potasse pour éviter le trouble à la filtration et les eaux, acidulées par l'acide sulfurique, titrées à chaud.

» Alcali. Le potassium et le rubidium sont précipités, à l'état de chloroplatinates, dans la solution chlorhydrique de la matière calcinée.

---

(1) Je tiens à exprimer ici à M. Wyrouboff mes vifs remercîments pour les mesures auxquelles il a bien voulu soumettre mes cristaux; je les publierai ultérieurement en détail.

» Le sodium est pesé sous forme de sulfate, après élimination du cobalt par le sulfhydrate incolore.

» L'ammoniaque est titrée après distillation.

» Eau. Calcination en tube clos et absorption par la ponce sulfurique tarée.

» Certains de ces corps, en particulier le sel de potassium, abandonnent difficilement l'eau qu'ils contiennent. La calcination, exécutée dans un tube de 15^{cm} à 20^{cm} de long, fermé à l'une de ses extrémités, doit être menée progressivement jusqu'au rouge vif, la matière étant seule ou mélangée d'oxyde de cuivre calciné.

» L'eau du sel ammoniacal a été déterminée par calcination avec l'oxyde de cuivre et déduction de l'eau produite par combustion de l'ammoniaque.

» *Propriétés générales.* — Les cobaltioxalates alcalins sont des sels d'un vert opaque et polychroïque, solubles dans l'eau et décomposables par la chaleur, avec départ d'acide carbonique.

» Leur solution étendue se décompose graduellement à la longue et immédiatement, à chaud, en déposant de l'oxalate rose de protoxyde.

» Les sels purs, en solution, ne sont pas précipités par le chlorure de calcium.

» Les alcalis les décomposent immédiatement, mais partiellement, à froid, avec formation d'un précipité brun.

» *Conclusions.* — 1. Des trois cobaltioxalates, décrits et analysés jusqu'à ce jour, le premier seul a été formulé correctement.

» 2. Les sels d'ammoniaque, potassium et rubidium, isomorphes entre eux dans la série : fer, aluminium, chrome, diffèrent ici de forme et de composition.

» Ce fait, singulier en lui-même, constitue, en outre, pour le cobalt une propriété spécifique.

» 3. Et si l'on examine plus spécialement les sels doubles de sesquioxydes, dont je ne puis reproduire ici la série complète, on s'aperçoit, contre toute attente, qu'à ce point de vue particulier le cobalt s'éloigne du fer pour se ranger auprès du chrome et de l'aluminium. »

CHIMIE. — *Sur la constitution des sels cuivriques ammoniacaux. Action de l'ammoniaque.* Note de M. **Bouzat**.

« J'ai étudié les composés ammoniacaux du cuivre dans le but d'établir leur constitution. On peut, en effet, concevoir ces corps soit comme des sels basiques proprement dits, soit comme les sels de bases complexes. Dans cette dernière hypothèse, la formule du chlorure cuivrique à

2^{mol} d'ammoniaque, par exemple, peut être écrite $Cu(AzH^3)^2Cl^2$ pour représenter la constitution de ce corps, ce qui le rend comparable à la base ammoniacomagnésienne signalée précédemment par M. Berthelot (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XI, 1887, p. 311). Il est fort intéressant d'examiner ces bases complexes, de déterminer leur chaleur de formation, leur chaleur de neutralisation par les divers acides, et de voir quelles sont les bases simples qu'elles peuvent déplacer de leurs sels. Cette étude paraît d'autant plus utile, que l'étude correspondante a été faite depuis longtemps en Chimie organique et qu'on connaît les modifications apportées par l'introduction, dans la molécule de l'ammoniaque, des divers radicaux organiques composés. Pour cette recherche, le concours entre les déterminations analytiques et les mesures thermochimiques est particulièrement désigné. J'ai soumis à une étude approfondie, à l'aide de ces deux ordres de données, les corps formés par l'addition de l'ammoniaque aux sels cuivriques, les chlorures et les sulfates spécialement, les oxydes correspondants et les sels doubles formés par l'union des sels ammoniacaux aux sels cuivriques. J'ai examiné ces divers groupes de composés dans l'état dissous et dans l'état solide, soit à l'état anhydre, soit à l'état d'hydrates cristallisés.

» Je m'attacherai d'abord à l'étude de l'oxyde de cuivre ammoniacal, en suivant deux voies différentes; d'abord la réaction de l'ammoniaque en dissolution, sur les sels cuivriques dissous dérivés des acides chlorhydrique, sulfurique, acétique; puis, en sens inverse, la réaction de l'oxyde de cuivre ammoniacal dissous sur les mêmes acides.

» D'après les lois connues de la neutralisation, si les composés ammoniacaux du cuivre sont les sels de bases complexes, la différence entre leur chaleur de formation à partir d'un acide et de la base complexe et la chaleur de formation du sel cuivrique correspondant à partir du même acide et de l'hydrate cuivrique doit avoir une valeur sensiblement constante. Or, cette différence est elle-même égale à la chaleur dégagée dans la combinaison de l'ammoniaque avec le sel cuivrique considéré, diminuée d'une quantité constante, la chaleur de formation de la base complexe à partir de l'hydrate cuivrique et de l'ammoniaque. Dans l'hypothèse où je me place, les divers sels cuivriques doivent donc dégager sensiblement la même quantité de chaleur en se combinant à une même quantité d'ammoniaque. Inversement, si cette condition est réalisée, on sera fondé à conclure que les sels cuivriques ammoniacaux doivent être envisagés comme les sels de bases complexes.

» Les expériences ont porté sur le chlorure, le sulfate et l'acétate cuivriques. On sait que, quand on verse de l'ammoniaque dans la dissolution d'un sel cuivrique, il se produit d'abord un précipité qui se redissout sous l'influence d'un excès d'ammoniaque. La quantité d'ammoniaque nécessaire pour obtenir la redissolution complète du précipité varie suivant la dilution; à la dilution de 1^{mol} de sel ammoniacal dans 8^{l}, il faut, avec le chlorure et le sulfate, un peu plus de 4^{mol} d'ammoniaque pour 1^{mol} de sel cuivrique; avec l'acétate, la liqueur est limpide pour un peu moins de 4^{mol} d'ammoniaque. On a eu soin d'opérer toujours dans les mêmes conditions de dilution, 1^{mol} de sel cuivrique dans 4^{l}, les n^{mol} d'ammoniaque ajoutées à cette molécule de sel cuivrique ammoniacal formé dans 8^{l}.

Quantités de chaleur dégagées.

Nombre de molécules d'ammoniaque ajoutées à 1^{mol} de sel cuivrique.	$CuCl^2$.	Différence.	SO^4Cu.	Différence.	$(CH^3CO^2)^2Cu$.	Différence.
	Cal		Cal		Cal	
4.....	18,05		18,10		18,65	
		1,45		1,35		1,40
5.....	19,50		19,45		20,05	
		0,7		0,50		0,55
6.....	20,20		19,95		20,60	
		0,45		0,40		0,40
7.....	20,65		20,35		21,0	
		0,35		0,35		0,30
8.....	21,0		20,70		21,30	
		0,25 × 2		0,20 × 2		0,22 × 2
10.....	21,50		21,10		21,75	
		0,20 × 2		0,20 × 2		0,17 × 2
12.....	21,90		21,50		22,10	
4,5...	18,95		»		»	
5,5...	19,90		»		»	

» Chacun de ces nombres est le résultat d'au moins deux déterminations présentant entre elles une différence inférieure à 0^{Cal},1.

» Indépendamment de toute hypothèse, ces expériences établissent la loi suivante : *la quantité de chaleur dégagée dans la combinaison de l'ammoniaque avec un sel cuivrique dérivé d'un acide fort est la même quel que soit ce sel cuivrique.* Cette loi doit très vraisemblablement s'étendre au zinc et à tous les métaux qui donnent, avec l'ammoniaque, des composés analogues aux sels cuivriques ammoniacaux. Interprétée de la façon qui a été indiquée, elle montre que *les composés ammoniacaux du cuivre doivent être considérés comme les sels de bases complexes.*

» Remarquons d'ailleurs que, en liqueurs étendues,

CuO préc. $+ 2HCl$ dégage...	$\overset{\text{Cal}}{+15,0}$	$+SO^4H^2$...	$\overset{\text{Cal}}{+18,7}$	$+2CH^3CO^2H$...	$\overset{\text{Cal}}{+12,4}$

ce qui donne, par l'addition de

$4AzH^3$...	$+33,0$	$+36,8$	$+30,1$
$6AzH^3$...	$+35,2$	$+38,7$	$+33,0$

tandis que l'union de $(2 + n)AzH^3 + 2HCl$

dégage seulement...	$+24,9$	$+SO^4H^2$...	$+29,05$	$+2CH^3CO^2H$....	$+23,8$

» De tels excès suffiraient à montrer qu'il ne s'agit pas de sels basiques ordinaires, mais bien de sels de bases complexes. C'est là le point fondamental. Je me propose d'examiner ultérieurement quelles sont les proportions d'hydrate cuivrique et d'ammoniaque combinées, s'il y a plusieurs bases de ce genre, et jusqu'à quel point elles sont dissociées dans les liqueurs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le p.-p.-dinitrohydrazobenzène.* Note de MM. **P. Freundler** et **L. Béranger**, présentée par M. H. Moissan.

« La nitration du diacétylhydrazobenzène fournit comme produit principal un *dérivé dinitré* $AzO^2.C^6H^4.Az(CO.CH^3).Az(CO.CH^3).C^6H^4.AzO^2$ qui cristallise dans l'acétone en paillettes jaunâtres, fusibles à 186°-187°, peu solubles dans l'alcool et dans l'éther. On obtient en même temps une petite quantité de *p.-p.*-dinitro-azobenzène, fusible à 220°.

» Nous avons cherché à établir la constitution de ce dérivé dinitré en le transformant par saponification en dinitrohydrazobenzène.

» Divers auteurs, notamment M. Willgerodt ([1]), M. Werner ([2]) et M. Rassow ([3]), ont préparé un *p.*-dinitrohydrazobenzène en réduisant par le sulfure d'ammonium une solution alcoolique bouillante de *p.*-dinitroazobenzène. Nous avons effectué plusieurs fois cette réduction, et nous avons toujours obtenu comme unique produit une substance d'un jaune orangé, très bien cristallisée, fondant avec décomposition vers 280°; cette

---

([1]) *Journ. für prakt. Chemie*, 2e série, t. XLII, p. 49.
([2]) *Berichte der deutschen chem. Gesell.*, t. XXXII, p. 3272.
([3]) *Journ. für prakt. Chemie*, 2e série, t. LXV, p. 105.

substance possède la composition d'un hydrazobenzène dinitré [1], et elle est douée de toutes les propriétés signalées par les auteurs cités, sauf en ce qui concerne le point de fusion (M. Willgerodt indique 248°-250°, M. Werner 228°-234° et M. Rassow 238°).

» Le produit en question fournit quantitativement du *p*.-dinitro-azobenzène lorsqu'on le traite par l'oxyde de mercure; il se dissout en bleu foncé dans les alcalis et se reprécipite sans altération par addition d'acide; il ne s'unit pas aux aldéhydes et ne peut être acétylé par l'anhydride acétique bouillant, ni benzoylé par le chlorure de benzoyle en présence de soude; enfin, il ne s'oxyde pas à l'air, *même à chaud*, à moins qu'il ne se trouve en solution alcaline.

» Or, il ne nous a pas été possible d'obtenir la moindre trace de ce produit par saponification du dinitrodiacétylhydrazobenzène décrit plus haut. Lorsqu'on chauffe ce dernier pendant quelques heures en vase clos, à 100°, avec de l'ammoniaque alcoolique, on le transforme intégralement en dinitro-azobenzène. Si l'on effectue la saponification en employant la quantité calculée de soude alcoolique, et si l'on précipite par l'eau chlorhydrique aussitôt que la liqueur a pris une teinte d'un bleu franc, on obtient un précipité floconneux rouge foncé; celui-ci se dissout encore partiellement dans la soude en bleu, mais il s'oxyde très rapidement, soit spontanément, soit lorsqu'on cherche à le faire cristalliser dans l'acétone, et l'on n'obtient plus que du dinitro-azobenzène.

» Les faits qui viennent d'être énoncés nous ont conduits à penser que le produit jaune qui résulte de la réduction du dinitro-azobenzène par le sulfure d'ammonium n'est pas du dinitrohydrazobenzène, ou du moins qu'il constitue une modification tautomérique de ce dernier; il pourrait être représenté par la formule

$$HO.OAz = C^6H^4 = Az - Az = C^6H^4 = AzO.OH.$$

» Cette formule renferme le groupement $= Az \begin{smallmatrix} /\!\!/ O \\ \diagdown OH \end{smallmatrix}$, que M. Hantzsch considère comme appartenant aux isonitrés. Le dinitrohydrazobenzène lui-même n'existerait comme tel que momentanément, lors de la saponification du dérivé diacétylé.

» Dans une précédente Note [2], nous avons décrit une combinaison moléculaire de diacétylhydrazobenzène et d'azobenzène. Cette combinaison a été soumise à la nitration dans diverses conditions; elle s'est tou-

---

[1] L'analyse a donné les chiffres suivants : C pour 100, 52,59; H pour 100, 3,86. La théorie exige : C pour 100, 52,55; H pour 100, 3,64.

[2] *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 465.

jours dédoublée pendant la réaction, et nous n'avons jamais obtenu qu'un mélange de dinitro-azobenzène et de dinitrodiacétylhydrazobenzène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers thiosulfocarbamiques dérivés d'amines primaires.* Note de M. **Marcel Delépine.**

« Ces éthers sont des dithio-uréthanes, de la formule générale RAzH.CS.SR'. Hoffman a montré qu'on les obtenait en condensant les sulfocarbimides avec les mercaptans : RAz:C:S + H.SR' = RAzH.CS.SR' (1).

» Cette réaction a l'inconvénient d'exiger la préparation spéciale des deux constituants, souvent d'odeur très désagréable. On obtient bien plus facilement les dithio-uréthanes du type ci-dessus, en faisant réagir *une seule* molécule d'un éther halogéné sur les combinaisons sulfocarboniques des amines primaires, c'est-à-dire en s'arrêtant à la première phase de la préparation des éthers imidodithiocarboniques (2). La réaction est la suivante :

$$AzHR.CS.SAzH^3R + XR' = RAzH.CS.SR' + X.AzH^3R.$$

» Pour l'exécuter, il suffit d'opérer comme je l'ai indiqué pour la préparation des éthers dérivés d'amines secondaires (2), en se rappelant que les nouvelles uréthanes ne sont pas distillables; on se contentera donc de sécher sur du chlorure de calcium celles qui sont liquides, ce qui est le cas pour les premiers termes.

» Cette méthode est en défaut avec les amines peu basiques, comme les amines aromatiques, qui ne forment point de dérivés sulfocarboniques immédiats; dans ce cas, on suit le procédé indiqué par Losanitsch (3), lequel consiste à combiner simultanément l'amine, le sulfure de carbone et l'ammoniaque, ce qui engendre un dérivé de formule $RAzH.CS.SAzH^4$, qui fonctionne vis-à-vis des éthers halogénés comme les combinaisons sulfocarboniques d'amines très basiques. Entre parenthèse, j'ai constaté que cette méthode s'applique aussi aux amines secondaires, telles que la méthyl, l'éthylaniline; les nouveaux corps $C^6H^5.(CH^3)Az.CS^2.AzH^4$, $C^6H^5(C^2H^5)Az.CS^2.AzH^4$ conduisent avec une extrême facilité aux dithio-uréthanes déjà connues

$$C^6H^5(CH^3)Az.CS^2.CH^3 \quad \text{et} \quad C^6H^5(C^2H^5)Az.CS^2C^2H^5,$$

que l'on avait préparées par des voies fort détournées.

» Je n'ai préparé de dithio-uréthanes monosubstituées qu'en petit nombre, suffisam-

(1) *Bull. Soc. Chim.*, 2e série, t. XII, p. 362.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1416; t. CXXXIV, p. 108, 714.

(3) *D. chem. G.*, t. XXIV, p. 3021.

ment toutefois pour étudier leurs propriétés générales un peu plus avant qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

» *Action de la chaleur.* — Comme Hoffman l'a indiqué, la chaleur les dédouble en sulfocarbimide et mercaptan. J'ai constaté, par exemple, que $CH^3AzH.CS.S.CH^2.C^6H^5$ distillait sans se colorer, depuis la température d'ébullition de la méthylsulfocarbimide (119°) jusqu'à celle du sulfhydrate de benzyle (194°).

» *Action des éthers halogénés.* — Une nouvelle molécule d'éther halogéné se combine assez rapidement à froid avec les éthers thiosulfocarbamiques dérivés d'amines primaires fortement basiques, en donnant les éthers imidodithiocarboniques précédemment décrits. Si le nouvel éther est différent du premier, on obtient des éthers mixtes; tels sont, par exemple, $CH^3Az = C(SCH^3)(SC^2H^5)$ et $CH^3Az = C(SCH^3)(SCH^2C^6H^5)$, que j'ai préparés par l'iodure de méthyle et les uréthanes $CH^3AzH.CS.SC^2H^5$ et $CH^3AzH.CS.SCH^2C^6H^5$.

» Avec une uréthane telle que $C^6H^5AzH.CS.SCH^3$, la réaction à froid est pour ainsi dire nulle; à chaud, en milieu alcoolique, elle s'effectue bien, mais elle donne lieu à des réactions compliquées. On trouve, en effet, parmi les produits de la réaction : $HS.CH^3$; $CO(SCH^3)^2$; $C^6H^5AzH.HI$; $C^6H^5Az = C\begin{smallmatrix}\diagup SCH^3 \\ \diagdown AzHC^6H^5\end{smallmatrix}.HI$; $CO(AzHC^6H^5)^2$; $C^6H^5Az{:}C{:}S$, et enfin le corps cherché $C^6H^5Az = C(SCH^3)^2$, en petite dose ($\frac{1}{10}$ environ de la théorie); cela tient à une circonstance essentielle : c'est que cet éther n'est pas basique et que l'acide iodhydrique, se trouvant en quelque sorte libre, exerce des effets dont les principaux sont :

$$C^6H^5Az{:}C(SCH^3)^2 + HI + H^2O = C^6H^5AzH^2, HI + CO(SCH^3)^2,$$
$$C^6H^5Az{:}C(SCH^3)^2 + C^6H^5AzH^2.HI = C^6H^5Az{:}C(SCH^3) - AzHC^6H^5, HI + CH^3SH.$$

Le second répond d'ailleurs à une réaction que j'ai effectuée directement et qui se produit avec une extrême régularité vers 150°-160°.

» Si l'on veut obtenir davantage de phénylimidodithiocarbonate diméthylique, il faut faire réagir l'iodure de méthyle sur une solution alcaline et alcoolique de phényldithiocarbamate de méthyle; la réaction est alors quantitative. De même pour les autres dérivés de cet ordre. Une réaction de ce genre a été effectuée antérieurement par MM. Fromm et Bloch [1].

» *Action de l'ammoniaque et des amines.* — L'ammoniaque, la mono- et la diméthylamine en solution alcoolique, chauffées quelques heures à 100°,

---

(1) *D. chem. G.*, t. XXXII, p. 2212.

en tubes scellés, avec le méthylthiosulfocarbamate de méthyle, ont donné naissance respectivement aux mono-, di- et triméthylsulfo-urées, avec expulsion de méthylmercaptan; de même, l'aniline a engendré la diphénylsulfo-urée sym. par chauffage avec 180°-200°, en tube ouvert, avec le phénylthiosulfocarbamate de méthyle. Toutes ces réactions s'effectuent avec des rendements presque théoriques et ressortent de l'équation générale

$$RAzH.CS.SR' + AzHR''R''' = RAzH.CS.AzR''R''' + HS.R'.$$

» Elles constituent une nouvelle méthode de préparation des urées sulfurées mono-, di- (sym.) et trisubstituées, qui n'exige pas la préparation préalable d'un sénevol.

» *Oxydation.* — L'oxydation brutale, par l'acide azotique tiède, donne des résultats semblables à ceux que l'on observe avec les dithio-uréthanes bisubstituées. L'action ménagée de l'iode, en présence ou non de potasse, et celle du perchlorure de fer conduisent à des résultats très importants : suivant que le radical fixé à l'azote est gras ou aromatique, il n'y a pas d'oxydation ou bien la dithio-uréthane double sa molécule en perdant 1^{at} d'hydrogène. Ainsi le composé $CH^3AzH.CS.SCH^2C^6H^5$ est inattaqué, tandis que l'isomère $CH^3_{(1)} - C^6H^4_{(4)} - AzH.CS.SCH^3$ donne un produit auquel revient la formule

$$CH^3_{(1)} - C^6H^4_{(4)} - Az = C(SCH^3) - S - S - C(SCH^3) = Az - C^6H^4 - CH^3.$$

» Par contre-coup, on est amené à conclure que les corps dérivés d'amines grasses possèdent bien la formule RAzH.CS.SR', tandis que les dérivés d'amines aromatiques ont la formule $RAz = C(SH) - SR'$. C'est la nature plus ou moins acide de R qui régit la constitution du corps. A cet égard, je pourrais encore ajouter ces faits : la potasse légèrement alcoolisée ne dissout pas les premiers et dissout les seconds; l'acide azoteux donne, avec les premiers, des dérivés nitrosés jaunes, tandis qu'il oxyde simplement les seconds, comme le ferait le perchlorure de fer, etc.; il s'ensuit que la formation des éthers imidodithiocarboniques à AzR gras a lieu avec la transposition moléculaire que j'ai indiquée antérieurement, tandis que cette transposition est déjà faite lorsqu'il s'agit de dérivés aromatiques. Toutefois, cette question de la constitution des éthers thiosulfocarbamiques exige encore de nouvelles recherches qui seront poursuivies. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Résistivité des sulfures métalliques.* Note de M. J. GUINCHANT, présentée par M. Haller.

« La théorie de la dissociation électrolytique a fourni une explication simple de la conductibilité dans les électrolytes en la ramenant à une simple convection des charges électriques par les ions. La conductibilité des métaux n'a été rattachée jusqu'ici à aucune théorie générale et nous apparaît comme propriété isolée de cette catégorie de corps. Dans l'espoir de découvrir quelque lien entre ces deux sortes de conductibilités, je me suis proposé d'étudier les propriétés électriques d'une série de composés métalliques qui semblent, à plusieurs égards, intermédiaires entre les électrolytes et les métaux : parmi les sulfures, séléniures, arséniures, phosphures..., ceux qui sont formés avec un dégagement de chaleur faible, du même ordre de grandeur que pour les alliages, possèdent un éclat métallique et sont ou deviennent facilement bons conducteurs. Les propriétés électriques de ces corps sont assez mal connues. Certains de ces composés sont regardés comme conduisant électrolytiquement, et l'existence d'électrolytes solides soulève de nombreux et intéressants problèmes. Je me bornerai à envisager aujourd'hui les conclusions qui peuvent être tirées du mode de variation de la résistance avec la température. Pour les métaux, la résistivité croît avec la température ; pour les solutions électrolytiques, elle décroît. On a souvent généralisé ce mode de variation et conclu à la nature de la conductibilité d'après le signe du coefficient de température. Cette généralisation ne semble pas légitime, car certains alliages à grande résistivité formés de cuivre-manganèse et fer ou nickel, tous les métalloïdes, ceux bons conducteurs comme le charbon, le sélénium, le tellure, tous les mauvais conducteurs, ont une résistance qui décroît quand la température croît. Inversement, quelques solutions électrolytiques [HF, $PO(OH)^3$] ont un coefficient de température qui s'annule et change de signe au-dessous de 100°. On sait que la plupart des sulfures naturels, ou obtenus par fusion dans les conditions ordinaires, ont une résistance rapidement décroissante à mesure que la température s'élève.

» J'ai déterminé la résistance à différentes températures des sulfures de plomb, d'étain (SnS), de fer (FeS), de cuivre (Cu^2S), d'antimoine et d'argent.

» Je me suis servi de sulfures précipités purs et débarrassés par fusion de l'excès de

soufre qui les accompagne quelquefois; le produit, fondu à nouveau, était coulé dans des lingotières cylindriques et obtenu en bâtons de $5^{mm},5$ de diamètre et 7^{cm} de longueur. Pour la mesure des résistances, j'ai adopté la méthode différentielle qui m'a paru la plus sûre et la plus rapide. Le bâton était muni à ses extrémités de deux fils de courant et entre celles-ci, à 1^{cm} environ, de deux prises de voltage reliées à l'un des circuits d'un galvanomètre différentiel Thomson; ce circuit comprenait des résistances variables de 1^{ω} à 110000^{ω}. Le second circuit du différentiel était relié à deux fiches, mobiles sur des résistances de $0^{\omega},001$ à 150^{ω}. Ces résistances étaient intercalées avec le bâton de sulfure dans le circuit d'un accumulateur; une clef de contact et des résistances additionnelles de 10^{ω} à 1000^{ω} permettaient de faire la lecture de o en envoyant pendant un temps très court un courant d'intensité très faible. Les forces thermo-électriques produisaient des déplacements permanents du o sans aucune influence sur les mesures. Le sulfure était placé à l'intérieur d'un tube épais de cuivre chauffé dans un four électrique à fil de nickel. La température était mesurée par un couple platine-platine iridié placé à l'intérieur du tube de cuivre vers le milieu du bâton et dans les mêmes conditions d'isolement.

» J'indiquerai ici les résistivités, calculées d'après les mesures de résistance, pour trois types caractéristiques de sulfures qui semblent se présenter sous des états toujours comparables et donner des mesures concordantes quelles que soient les conditions de trempe ou de recuit.

» Sulfure de plomb PbS. — Fusion à 1015°, ébullition à 1085°. Corps très bon conducteur à la température ordinaire; la résistance croît continuellement avec la température; de — 25° à + 100°, la résistivité varie à peu près proportionnellement à la température et peut être représentée par la relation

$$\rho_t = 0,000298\,(1 + 0,00501\,t).$$

» L'allure de la courbe entre + 900° et — 25° fait prévoir une tangente horizontale et par conséquent un minimum de résistivité, mais à une température très basse, probablement inférieure à — 100°,

t°.......	—25°	52°,3	118°	240°	432°	670°	840°	920°
ρ........	0,000264	0,000377	0,000508	0,000908	0,00231	0,00545	0,00899	0,01294

» Sulfure d'étain SnS. — Fusion pâteuse de 950° à 1000°, ébullition à 1090°. Mauvais conducteur à la température ordinaire; la résistance décroît continuellement par élévation de température, mais tend à devenir constante vers le point de fusion. De 0° à 100°, la résistivité varie à peu près linéairement avec la température,

$$\rho_t = 1071\,(1 - 0,00662\,t).$$

t°........	15°,4	50°	100°	190°	240°	322°	414°	550°	692°	840°	920°
ρ........	963	696	362	123	64,9	18,4	5,80	1,77	0,575	0,122	0,061

» Sulfure de fer FeS. — Fusion à 925°. Assez bon conducteur à froid. La résistance

diminue d'abord quand la température croît jusqu'à 550°; elle croît ensuite pour reprendre, vers 870°, la même valeur qu'à 200°.

» Pendant le refroidissement, les valeurs de la résistance sont en retard sur celles qui correspondent à la même température pendant l'échauffement; d'abord un peu plus grandes à partir de 870°, elles coïncident à 480°, puis continuent à décroître jusque vers 320° pour passer par un minimum et revenir en concordance à partir de 95°.

Période d'échauffement.

t.....	13°	90°	130°	280°	350°	495°	580°	672°	868°
ρ.....	0,0998	0,0314	0,00826	0,00125	0,00102	0,00087	0,00087	0,00099	0,00171

Période de refroidissement.

t......	868°	670°	580°	465°	350°	249°	130°	95°	8°
ρ......	0,00171	0,00112	0,00099	0,00086	0,00079	0,00090	0,00605	0,0273	0,105

» De 0° à 100°, la résistivité peut être représentée par la relation linéaire

$$\rho_t = 0,1114(1 - 0,00798\,t).$$

» Les autres sulfures étudiés se rattachent à l'un ou à l'autre des types précédents, suivant la grandeur de leur conductibilité. Pour tous, la vitesse de variation de la résistance $\frac{\Delta R}{\Delta t}$ augmente continuellement avec la température en partant, au voisinage de 0°, d'une valeur d'autant plus grande que la résistivité est elle-même plus grande. Cette valeur initiale est positive et reste, par conséquent, positive pour les bons conducteurs; elle est négative pour les moins bons conducteurs, mais augmente jusqu'à s'annuler et même changer de signe quand la résistivité atteint une valeur suffisamment faible. Il est ainsi vraisemblable que *le signe du coefficient de température dépend de la grandeur de la résistivité, ou des causes qui la déterminent, non pas des phénomènes accessoires, tels que l'électrolyse, qui peuvent accompagner le passage du courant.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'aldéhydes de la série grasse à l'aide du nitrométhane.* Note de MM. **L. Bouveault** et **A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note toute récente (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1145), nous avons indiqué la réduction du nitroisobutylène en isobutylaldoxime et l'extension de cette réaction à un composé aromatique, le nitrostyrolène se rattachant à la formule générale R. CH = CH — Az O².

» Nous avions le désir d'appliquer notre procédé de réduction à des composés analogues de la série grasse, mais il n'en était connu aucun; nous avons heureusement pu trouver une méthode permettant de les obtenir.

» Dans une série de travaux présentés ici même, M. L. Henry, de Louvain, a étudié la condensation des aldéhydes de la série grasse avec le nitrométhane. Cette condensation, qui s'effectue au moyen d'une solution étendue de carbonate de potassium, lui a fourni les produits d'addition

$$R.CHO + CH^3 - AzO^2 = R.CH(OH) - CH^2 - AzO^2,$$

dont la réduction conduit simplement à des amines-alcools. Nous avons réussi à déshydrater ces alcools secondaires nitrés en traitant, par le chlorure de zinc anhydre, leur solution dans l'acide acétique cristallisable et maintenant le mélange à l'ébullition pendant 4 à 5 heures. On a alors

$$R.CH(OH) - CH^2 - AzO^2 = H^2O + R.CH = CH - AzO^2.$$

» Nous avons constaté que les hydrocarbures nitrés ainsi obtenus, réduits par l'amalgame d'aluminium ou le zinc et l'acide acétique, se transforment en oximes suivant l'équation

$$R.CH = CH - AzO^2 + 2H^2 = H^2O + R.CH^2 - CH = AzOH.$$

» Nous avons donc réussi là, comme dans la série aromatique, à transformer, grâce au nitrométhane, une aldéhyde grasse en son homologue supérieur. Nous avons employé comme matières premières l'aldéhyde isovalérique et l'œnanthol.

» Le produit de condensation de l'isovaléral et du nitrométhane a déjà été décrit par M. L. Henry (*Bull. Acad. roy. Belg.*, t. XXXIII, p. 412); son produit de déshydratation, le *nitro-isohexylène*

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\Big\rangle CH - CH^2 - CH = CH - AzO^2$$

constitue un liquide d'un jaune clair bouillant à 80°-81° sous 10^{mm}, $d_0^0 = 0{,}995$, d'une odeur piquante qui provoque le larmoiement. Il est facilement entraîné à la vapeur d'eau, fixe 1^{mol} de brome et réagit vivement avec les réducteurs.

» La réduction par le zinc et l'acide acétique fournit avec un excellent rendement l'*isobutylacétaldoxime*

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\Big\rangle CH - CH^2 - CH^2 - CH = AzOH,$$

liquide incolore d'une odeur assez désagréable, bouillant à 90°-91° sous 20^{mm}, $d_0^0 = 0,910$.

» Il suffit de faire bouillir cette oxime au réfrigérant à reflux avec de l'acide sulfurique étendu pour obtenir l'*aldéhyde isobutylacétique* bouillant à 120°-125° ($h = 760^{mm}$). Cette aldéhyde, qu'il est très difficile de se procurer sèche, se combine très aisément au bisulfite; son odeur est peu différente de celle de l'isovaléral. Elle a déjà été obtenue par Rossi (*Liebig's Ann.*, t. CXXXIII, p. 178).

» Le produit de condensation de l'œnanthol et du nitrométhane n'a pas été décrit par M. Henry. Nous n'avons pas pu l'obtenir au moyen du carbonate de potassium, mais bien en employant 1^{mol} de potasse caustique assez concentrée, ou en traitant par le sodium en fil un mélange équimoléculaire des deux réactifs en dissolution dans l'éther anhydre.

» C'est un liquide d'un jaune clair bouillant à 138°-140° sous 10^{mm} en se décomposant légèrement; déshydraté, il fournit le *nitro-octylène*

$$CH^3 - (CH^2)^5 - CH = CH - AzO^2,$$

liquide jaune clair d'odeur très désagréable bouillant à 113°-115° sous 8^{mm},

$$d_0^0 = 0,970.$$

» Ce dernier, réduit dans les mêmes conditions que les précédentes, fournit l'*octanaldoxime*-1

$$CH^3 - (CH^2)^6 - CH = AzOH$$

qui bout à 120°-125° sous 10^{mm} et se solidifie par refroidissement.

» Les cristaux incolores, après une recristallisation dans l'éther de pétrole très léger, fondent à 56°.

» Cette oxime, saponifiée par le procédé classique, donne l'octanal ou aldéhyde caprylique qui n'avait, jusqu'ici, été obtenue que par la méthode de Piria. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Mécanisme des variations chimiques chez la plante soumise à l'influence du nitrate de sodium.* Note de MM. E. **Charabot** et A. **Hébert**, présentée par M. Haller.

« Le chlorure de sodium ayant pour effet de réduire l'énergie chlorophyllienne, on aurait pu s'attendre à ce qu'il vînt gêner l'éthérification

chez la plante. Mais il paraît logique de déduire des expériences décrites dans notre dernière Note (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 181) que la présence de ce sel dans le sol a ralenti l'absorption de l'eau par les racines plus encore que la chlorovaporisation, de sorte que la diminution de la quantité relative d'eau chez la plante s'est trouvée accélérée. Il en est résulté une aptitude plus grande pour l'éthérification.

» Le nitrate de sodium exerce sur la plante une influence favorable à la fonction chlorophyllienne et, partant, à la chlorovaporisation; soit alors que l'absorption se trouve réduite, soit qu'elle ne subisse aucune modification, soit enfin qu'elle n'éprouve qu'un accroissement moindre que la chlorovaporisation, nous constaterons que l'appauvrissement de la plante en eau sera favorisé, en même temps d'ailleurs que l'éthérification.

» Nos expériences ont porté sur la menthe poivrée. Les plantes cultivées normalement, c'est-à-dire sans addition à la terre de sels minéraux, sont précisément celles auxquelles nous avons comparé, dans notre dernier travail, les plantes cultivées au chlorure de sodium. Six rangées de plantes de 4^{m} environ de longueur, et distantes l'une de l'autre d'à peu près $0^{m},50$, ont été arrosées, le 23 mai 1901, avec une solution de 500^{g} de nitrate de sodium dans 20^{l} d'eau. Un grand nombre d'analyses ont été effectuées au fur et à mesure du développement des plantes, en vue de l'étude de la marche générale de la végétation et de l'évolution des composés terpéniques. Nous n'exposerons ici que les résultats indispensables pour justifier les conclusions que nous avons été amenés à formuler.

» *Marche générale de la végétation.* — Comme dans notre étude sur les variations chimiques chez la plante soumise à l'influence du chlorure de sodium, nous avons ici à mettre en évidence les deux faits suivants : augmentation de la richesse en matière organique, diminution de la proportion relative d'humidité.

	Diminutions successives de la proportion *centésimale* d'eau.			Diminution totale de la proportion *centésimale* d'eau.	
	Du 1er juin au 3 août.	Du 3 août au 20 août.	Du 20 août au 16 sept.	Du 1er juin au 16 sept.	Du 23 mai au 16 sept
Culture normale............	2,0	2,1	7,3	11,4	10,3
Culture au nitrate de sodium.	—0,4	3,6	9,1	12,3	12,5

	Augmentations successives de la proportion *centésimale* de matière organique.			Augmentation totale de la proportion *centésimale* de matière organique.	
	Du 1er juin au 3 août.	Du 3 août au 20 août.	Du 20 août au 16 sept.	Du 1er juin au 16 sept.	Du 23 mai au 16 sept.
Culture normale............	1,63	3,48	6,71	11,82	11,94
Culture au nitrate de sodium.	—0,16	4,04	8,77	12,65	14,15

» Donc, ici encore, *chez la plante arrivée à un degré de développement convenable, la proportion relative d'eau diminue, tandis que la proportion relative de matière organique augmente. Ces variations sont plus sensibles chez les plantes cultivées au nitrate de sodium que chez celles cultivées normalement.*

» *Évolution des composés terpéniques.* — Dans les Tableaux ci-dessous se trouvent consignés les résultats de l'analyse des huiles essentielles extraites aux divers stades du développement des plantes cultivées normalement d'une part, au nitrate de sodium d'autre part.

	18 juillet.	24 juillet.		20 août.		16 septembre.	
	Essence extraite au début de la floraison.	Essences extraites pendant la floraison.		Essences extraites des *matériaux chlorophylliens* seuls.		Essences extraites après la chute des pétales.	
	Culture normale.	Culture normale.	Culture au AzO^3Na.	Culture normale.	Culture au AzO^3Na.	Culture normale.	Culture au AzO^3Na.
Pouvoir rotatoire à 20°..	— 3°30′	— 3°38′	— 0°10′	»	»	— 5°30′	— 2°30′
Éthers (calculés en acétate de menthyle), p. 100..	8,8	12,0	12,3	33,3	39,2	27,0	28,9
Menthol combiné.......	7,0	9,5	9,6	26,2	30,9	21,3	22,8
Menthol libre..........	34,1	28,7	27,1	»	»	25,7	23,0
Menthol total..........	41,1	38,2	36,7	»	»	47,0	45,8
Menthone.............	4,0	8,2	6,0	»	»	2,5	2,5

» Ces nombres mettent bien en évidence les modifications qui se sont produites sous l'influence du nitrate de sodium: *La plante cultivée sur un sol additionné de nitrate de sodium élabore une huile essentielle constamment plus riche en éthers et plus pauvre à la fois en menthol et en menthone que celle obtenue par culture normale.*

» Il n'est pas sans intérêt d'ajouter que le nitrate de sodium a eu pour effet d'accélérer la végétation.

» *Conclusions.* — Comme le chlorure de sodium, *le nitrate de sodium a eu pour effet de favoriser l'éthérification et d'accentuer la diminution de la proportion centésimale d'eau.*

» Ces deux sels ont modifié d'une façon analogue la marche des phénomènes chimiques chez la plante. Mais le mécanisme de leur intervention paraît ne pas être le même.

» En réunissant de nombreuses conclusions de cette nature, en cherchant des liens étroits entre les phénomènes de divers ordres qui se produisent dans l'organisme, nous pensons qu'il sera possible de donner à certaines fonctions physiologiques des significations chimiques nouvelles susceptibles d'en préciser le rôle et la portée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Composition et dosage volumétrique du méthylarsinate de sodium* (1). Note de MM. ADRIAN et TRILLAT, présentée par M. A. Gautier.

« *Composition.* — Avant de nous occuper de la recherche d'un procédé de dosage du méthylarsinate de sodium ou arrhénal, nous avons d'abord voulu nous assurer de sa composition. Pour cela, nous avons dosé successivement : 1° la quantité de pyro-arséniate de soude obtenue en le chauffant avec de l'acide azotique et en calcinant le résidu au rouge sombre; 2° l'arsenic à l'état de pyro-arséniate de magnésie; 3° l'eau de cristallisation.

» (*a*) Pour le premier cas, la substance a été chauffée en tube scellé avec de l'acide azotique pur, pendant 5 à 6 heures, pour détruire la matière organique; le contenu du tube a été évaporé au bain-marie, puis le résidu chauffé à 200° et finalement au rouge sombre jusqu'à poids constant. On obtient ainsi le pyro-arséniate de sodium $As^2O^7Na^4$.

» I. 0g,9457 de substance ont donné 0g,57 de pyro-arséniate, ce qui correspond à 0g,9403 de méthylarsinate à $6H^2O$ et à 0g,882 pour $5H^2O$.

» II. 1g,2762 de substance ont donné 0g,7713 de pyro-arséniate, ce qui correspond à 1g,272 de méthylarsinate à $6H^2O$.

» (*b*) Pour doser l'arsenic à l'état de pyro-arséniate de magnésie, on a brûlé le groupe méthyle par la méthode de Carius. Après avoir évaporé la solution à sec, on reprend par l'eau ammoniacale (3 pour 100) et l'on précipite par la mixture magnésienne. Après lavage à l'eau ammoniacale, on dessèche à l'étuve et l'on calcine au rouge, pour transformer le précipité en pyro-arséniate de magnésie $As^2Mg^2O^7$. Quoique cette méthode donne des chiffres toujours un peu faibles, par suite de la solubilité du précipité d'arséniate ammoniaco-magnésien et de la volatilisation d'un peu d'arsenic lors de la combustion du filtre, le résultat obtenu est suffisamment concordant pour établir la composition du méthylarsinate de sodium, concurremment avec le dosage de l'eau de cristallisation et le dosage à l'état de pyro-arséniate de sodium décrit antérieurement.

» 0g,9172 de substance ont donné 0g,470 en $As^2Mg^2O^7$, ce qui correspond à 24,79 pour 100 pour la formule avec $6H^2O$ au lieu de 25,68 pour 100 exigé par la théorie.

» (*c*) Pour doser l'eau de cristallisation, la substance a été séchée plusieurs heures à une température de 130° jusqu'à poids constant.

» 0g,7679 de substance ont donné une perte de 0g,2817, soit 36,68 pour 100.

---

(1) Les résultats que nous publions concordent avec ceux qui ont été donnés par M. Soulard dans le *Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux* (avril 1892).

» Tous ces résultats indiquent suffisamment que la véritable formule du méthylarsinate de sodium est :

$$CH^3AsO(NaO)^2 + 6H^2O$$ (1).

» *Dosage volumétrique du méthylarsinate de sodium.* — Les procédés de dosage des solutions de méthylarsinate de sodium basés sur l'emploi des indicateurs sont inapplicables, car ils fournissent des résultats absolument variables suivant la concentration. Nous avons constaté, par exemple, que l'emploi de l'acide rosolique et du tournesol pouvait occasionner des erreurs allant jusqu'à 25 pour 100. Cette méthode de dosage est donc à rejeter.

» Nous proposons le procédé volumétrique suivant, qui donne des résultats suffisamment exacts.

» Il est basé sur la précipitation du méthylarsinate sodique par une solution titrée d'azotate d'argent employée en excès, cet excès étant titré ensuite, après filtration, au moyen du sulfocyanate d'ammonium. Il est toutefois nécessaire d'introduire un coefficient de correction, à cause de la solubilité, d'ailleurs très faible, du méthylarsinate d'argent (2).

» Un volume déterminé de solution est introduit dans une fiole jaugée additionnée de nitrate d'argent titré en léger excès : on complète au trait avec de l'eau distillée, on bouche et on laisse reposer pendant 12 heures. Une prise d'essai étant décantée, on ajoute 1^{cm^3} d'alun ferrique à 30 pour 100, puis de l'acide azotique jusqu'à décoloration, et l'on titre l'excès d'azotate d'argent au sulfocyanate d'ammonium.

» *Exemple :* $0^g,4867$ de substance ont été dissous dans l'eau, précipités par 50^{cm^3} de nitrate d'argent décinormal ($10^g,8$ d'argent au litre); la solution est filtrée et le précipité lavé de façon à obtenir 300^{cm^3} de liquide. Il a fallu $18^{cm^3},4$ de sulfocyanate pour amener le virage, soit $15^{cm^3},4$ après correction, ce qui correspond à $16^{cm^3},2$ de nitrate d'argent. Il a donc fallu $33^{cm^3},8$ de la solution de nitrate d'argent pour précipiter le méthylarsinate. Or 1^{mol} de méthylarsinate de sodium exigeant 2^{mol} d'Ag, les calculs établissent que les $33^{cm^3},8$ de nitrate d'argent correspondent à $0^g,4934$ d'arrhénal au lieu de $0^g,4867$.

» De semblables résultats ont été trouvés avec des solutions plus ou moins concentrées. La méthode est donc susceptible de fournir une approximation très acceptable. »

---

(1) Ainsi que l'a indiqué M. A. Gautier, la substance perd à 100° seulement 2^{mol} d'eau de cristallisation.

(2) 50^{cm^3} d'une solution saturée de ce sel à 15° exigent $0^{cm^3},5$ de sulfocyanate, dont le titre en argent est de $\frac{0,1 \times 31}{29,5} = 0,1051$ Ag.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Croissance et auto-intoxication.* Note de M. **Frédéric Houssay**, présentée par M. Edmond Perrier.

« M. J.-J. Deschamps (1) a tenté de prévoir par le calcul l'évolution d'une espèce cellulaire unique dans un milieu restreint où s'accumulent les produits de désassimilation. Les équations qu'il pose le conduisent, entre autres résultats, à représenter la nutrition limitée par l'inanition ou l'auto-intoxication à l'aide d'une courbe comprise entre deux asymptotes parallèles et possédant un point d'inflexion à mi-hauteur entre les deux asymptotes : la concavité est, au début, supérieure, inférieure à la fin. Dans les données de fait, on trouve de semblables tracés pour l'accroissement de la levure de bière anaérobie (Duclaux, d'Arsonval et Gariel).

» La forme de ces courbes assimile la vie d'un protozoaire ou d'un protophyte à l'un quelconque des phénomènes qui se limitent eux-mêmes par l'état qu'ils créent, par exemple à celui de la dissolution.

» Je me suis demandé dans quelle mesure ces graphiques sont applicables à la croissance des métazoaires. *A priori*, le problème est embarrassant; car, en ce cas, à la multiplication cellulaire s'ajoute une différenciation, et l'on ne sait dans quelle mesure ce dernier phénomène influe sur le poids qui serait une bonne traduction du premier. D'après les données que je possède, un œuf de poule ne change pas sensiblement de poids pendant l'incubation : à l'éclosion, le poussin et la coquille équivalent à peu près à l'œuf; il semble donc que, toute seule, la différenciation ne se traduit pas par un poids. Je crois cette conclusion exacte pour toute différenciation continue et progressive; elle peut être en défaut dans le cas d'une différenciation brusque, d'une crise sexuelle, par exemple.

» Ayant eu, l'été dernier, à élever une couvée de poulets pour mes recherches sur l'alimentation de ces animaux à la viande crue, j'ai recueilli leurs poids, tous les 2 jours d'abord, puis deux fois par semaine; enfin, une fois par semaine. Possédant ainsi plus de 500 données numériques, il m'a été facile de construire des courbes; je les ai faites en comptant sur les abscisses 1^{mm} pour 1 jour et sur les ordonnées 5^{mm} pour 10^{g}. Le croquis

(1) Dr J.-J. Deschamps, *Étude analytique du phénomène de l'auto-intoxication* (*Bulletin de la Société des Gens de Science*, 15 janvier 1902).

ci-dessous en est une réduction photographique : les trois supérieures sont relatives à des mâles, les quatre inférieures à des femelles.



» En négligeant les accidents de détail, on voit que nos courbes sont semblables à celles qui traduisent la croissance d'un protozoaire limitée par

inanition ou auto-intoxication. Elles sont presque horizontales antérieurement et postérieurement à nos mesures. Dans les limites de celles-ci, toutes ces courbes possèdent un point d'inflexion principal. Il est pour les mâles au 110e jour (B), et au 90e jour pour les femelles (A). Pour ces dernières, la courbe, après s'être infléchie, se redresse au 145e jour (C); ce changement de courbure secondaire traduit la préparation de la ponte, différenciation étendue qui peut influer sur le poids.

» Il est difficile d'invoquer l'inanition à propos d'animaux qui pèsent en moyenne 400^g de plus que leurs parents au même âge; la condition restrictive de la croissance est donc l'auto-intoxication. Ces courbes sont certainement très générales, et comparables à celles de Budin, relatives à la croissance des jeunes enfants, et aux graphiques récents de Mühlmann [1] construits avec des moyennes et s'étendant, pour l'homme, de la naissance à 90 ans. Les courbes en question présentent, de prime abord, une concavité inférieure et correspondent à la section des nôtres, située au-dessus du point d'inflexion. Ceci indique que l'auto-intoxication est plus précocement limitante chez le mammifère que chez l'oiseau, et traduit peut-être le fait que le premier tire sa subsistance des sécrétions d'un organisme adulte déjà hautement intoxiqué, malgré l'excrétion et malgré la diffusion des antitoxines glandulaires.

» L'auto-intoxication, non seulement est toujours imminente, comme le dit M. Bouchard, qui a tiré de cette notion un si grand parti, mais encore elle est permanente et comme une condition de la vie des métazoaires. C'est elle qui, avec la pesanteur et plus que celle-ci sans doute, limite leur croissance; elle doit être comptée comme une cause primordiale toujours présente non seulement pour les états pathologiques, mais pour tous les phénomènes physiologiques et morphologiques. »

ZOOLOGIE. — *Sur la formation de l'œuf, la maturation et la fécondation de l'oocyte chez le* Distomum hepaticum. Note de M. **L.-F. Henneguy**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Le mode de formation de l'œuf ectolécithe des Distomes et du *Distomum hepaticum* en particulier, malgré les recherches de Sommer et de Leuckart, est encore mal connu. On ne sait rien non plus de la maturation ni de la fécondation de l'oocyte de ces mêmes Distomes.

---

(1) Mühlmann, *Das Wachstum und das Alter* (*Biol. Centralbl.*, décembre 1901).

» Halkin (1) ayant publié récemment un très intéressant travail sur le développement de l'œuf du *Polystomum integerrimum*, j'ai essayé de retrouver chez le *Distomum hepaticum* les faits qu'il avait signalés, et j'ai été amené à étudier la constitution des éléments reproducteurs et le mode de formation de l'œuf de ce Trématode.

» Les oocytes dans le germigène, arrivés au terme de leur croissance, sont constitués par un protoplasma offrant un aspect réticulé, après fixation par le sublimé ou le liquide de Flemming, et ayant une assez grande affinité pour les couleurs basiques et l'hématoxyline.

» La vésicule germinative renferme un réseau chromatique peu colorable et une grosse tache germinative se colorant fortement par l'hématoxyline. Dans son voisinage se trouve une granulation très colorable, dépourvue de radiations, qui est probablement un centrosome. L'oocyte ne présente pas de modifications jusqu'à son arrivée dans l'utérus et conserve, pendant toute son évolution ultérieure, son affinité pour les couleurs basiques.

» Les cellules vitellines mûres, observées dans les vitellogènes, sont constituées par un protoplasma à peu près homogène, non colorable, avec un noyau renfermant des granulations chromatiques de dimensions différentes, dont l'une a l'aspect d'un nucléole. A la périphérie de la cellule sont rangés régulièrement des corpuscules de couleur jaune-citron, à peu près sphériques, remplis de granulations. Ces granulations, qui dans les préparations traitées par l'hématoxyline conservent leur coloration jaune, prennent une coloration intense par la fuchsine et la safranine, comme Jægerskiöld (2) l'a montré, et par l'hématoxyline au fer.

» Les cellules vitellines changent complètement d'aspect en traversant la région de la glande coquillière. A leur arrivée dans l'utérus, elles ne renferment plus de corpuscules jaunes granuleux. Il est probable que ces corpuscules sont expulsés des cellules vitellines et servent, comme le pense Leuckart, avec le liquide sécrété par les glandes de Mehlis, à donner la substance de la coque des œufs.

» La première portion de l'utérus, qui, physiologiquement, correspond à l'ootype des Trématodes monogènes, renferme pêle-mêle un petit

---

(1) HALKIN, *Recherches sur la maturation, la fécondation et le développement du* Polystomum integerrimum (*Arch. de Biologie*, t. XVIII, 1901).

(2) JÆGERSKIÖLD, *Ueber den Bau des Osmogaster plicatus* (*Kgl. swenska Vetensk. Akad. Hendlingar*, Band XXIV, n° 7, 1891).

nombre d'oocytes, beaucoup de cellules vitellines transformées, un grand nombre de spermatozoïdes et des masses réfringentes, irrégulières, de couleur jaune-citron, creusées de vacuoles incolores, qui représentent la substance coquillière. C'est dans cette région que se forment les œufs ectolécithes et qu'a lieu la pénétration du spermatozoïde dans l'oocyte.

» Une trentaine de cellules vitellines et un oocyte s'entourent de quelques masses de substance coquillière : ces masses se fusionnent et s'étalent en couche mince pour donner la coque de l'œuf.

» Si l'on comprend facilement comment, chez les Trématodes monogènes, un seul œuf se constitue à la fois dans l'ootype, qui fonctionne comme une sorte de moule, il est impossible de s'expliquer, chez les Digènes, le groupement à peu près régulier des cellules vitellines, en nombre presque constant, dans le voisinage d'un oocyte et la répartition très régulière de la substance coquillière autour de chaque groupe, de manière à former des œufs d'égales dimensions et dont le grand axe peut avoir toutes les directions. On ne saurait invoquer ici une sorte de chimiotactisme exercé par l'oocyte sur les cellules vitellines, car cet oocyte occupe toujours l'extrémité du plus grand diamètre de l'œuf correspondant au pôle operculaire.

» Les œufs ectolécithes une fois constitués sont encore entourés par quelques cellules vitellines qui n'ont pas pris part à leur formation et qui disparaissent en se désagrégeant, et par une assez grande quantité de spermatozoïdes. Un certain nombre de ceux-ci ont été aussi englobés dans les œufs, entre les cellules vitellines, pendant la formation de la coque.

» Au bout de quelque temps, les spermatozoïdes intra- et extra-ovulaires disparaissent; on n'en retrouve plus trace. Ils sont absorbés par les cellules vitellines qui, très vraisemblablement, les digèrent. J'ai pu, en effet, dans un certain nombre de ces cellules, soit dans l'œuf constitué, soit avant la formation de la coque, observer un spermatozoïde dont la queue était enroulée en spirale. La digestion doit se faire rapidement, car, malgré la grande quantité de spermatozoïdes englobés dans l'œuf, il n'y a qu'un petit nombre de cellules vitellines dans lesquelles les spermatozoïdes soient encore reconnaissables.

» Cette absorption de spermatozoïdes par les cellules vitellines doit être rapprochée des intéressantes observations d'Iwanzoff [1], qui a montré que les œufs immatures d'Holothurie attirent fortement les spermatozoïdes et les digèrent, tandis que, dans les œufs mûrs, ces mêmes spermatozoïdes se transforment en noyaux mâles. Elle

---

(1) Iwanzoff, *Ueber die Bedeutung des Processes der Eireifung* (*Bull. Soc. Natural. de Moscou*, t. XI, 1898).

prouve aussi que les cellules vitellines doivent être considérées comme des ovules abortifs n'arrivant pas à maturité, destinés à nourrir l'oocyte ou ses produits de division et probablement aussi à donner, tout au moins en partie, la substance coquillière.

» Je n'ai pu suivre complètement toutes les phases de la maturation et de la fécondation de l'oocyte du *Distomum hepaticum*. L'examen des coupes d'œufs situés dans les diverses régions de l'utérus me permet cependant, dès maintenant, d'établir les stades successifs suivants :

» 1° Après la pénétration du spermatozoïde et avant sa transformation en pronucléus mâle, la vésicule germinative perd ses contours : à sa place apparaît un fuseau de maturation s'étendant, comme chez le *Polystomum*, d'un pôle à l'autre de l'oocyte. A chaque pôle du fuseau on voit deux centrosomes punctiformes. Les chromosomes, peu nombreux et de taille très inégale, sont irrégulièrement distribués dans la région équatoriale.

» 2° Je n'ai pu constater l'expulsion du premier globule polaire, ni la formation du second; mais, à un stade plus avancé, j'ai observé, au contact de l'oocyte, deux petites cellules nucléées qui sont évidemment les globules polaires. A ce moment, l'oocyte renferme deux noyaux, dont l'un est un peu plus petit que l'autre : le pronucléus femelle et le pronucléus mâle. Ces noyaux ont l'aspect de la vésicule germinative avant la maturation de l'oocyte. Je ne leur ai jamais trouvé une constitution plurivésiculaire telle que celle observée par Halkin dans l'oocyte du Polystome.

» L'oocyte reste à ce stade, avec noyaux mâle et femelle quiescents et indépendants, jusqu'au moment de la ponte de l'œuf, car je n'ai pas rencontré de stades plus avancés dans les coupes de l'utérus. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau Pyrosome gigantesque.* Note de MM. **Jules Bonnier** et **Charles Perez**, présentée par M. Alfred Giard.

« Au cours de notre mission dans l'océan Indien, nous avons observé, le 3 mars 1901, près des côtes d'Arabie, un peu au large du Ras Merbat (par environ 16°40′ lat. N et 52°30′ long. E de Paris) un banc considérable de Pyrosomes gigantesques.

» Pendant 1 heure, de 5^h à 6^h du soir, nous avons fait route au milieu de ces animaux, et la chute du jour nous les a fait perdre de vue, avant que nous soyons sortis des limites de leur agglomération. Dans le champ que la vue pouvait embrasser du haut de l'étrave, on en comptait de 15

à 20 par minute. Entraînés par le courant, ils étaient tous orientés parallèlement, l'extrémité fermée du manchon en avant. Les colonies se tenaient à une profondeur d'autant plus grande qu'elles étaient elles-mêmes de taille plus considérable : les plus petites, de 40^{cm} à 50^{cm} de long, affleuraient presque à la surface; les plus grandes que nous ayons pu atteindre, jusqu'à une profondeur d'environ 2^{m}, atteignaient $2^{m},50$ de long, avec 20^{cm} à 30^{cm} de diamètre. Plus profondément s'en trouvaient de plus grandes encore, dont nous croyons pouvoir évaluer la longueur à 4^{m}.

» Les ascidiozoïtes étaient d'un beau rouge vif, plongés dans une gangue incolore et translucide assez résistante, formée par la coalescence coloniale de leurs tuniques. Comme dans les espèces jusqu'ici décrites les individus sont orientés de telle sorte que le plan de symétrie de la cavité branchiale est sensiblement parallèle à l'axe de la colonie, l'endostyle étant placé du côté du sommet fermé du manchon. A la surface externe de la colonie on n'observe aucune expansion de la tunique ayant une position dorsale par rapport à l'orifice inspirateur, mais simplement un petit tubercule ventral, dont la pointe mousse se recourbe un peu vers l'orifice; il y a ainsi un tubercule par ascidiozoïte, protégeant en quelque sorte l'orifice oral dans la progression du cormus; tout le reste de la surface externe est parfaitement lisse. A son extrémité postérieure, le cylindre colonial est largement ouvert comme une manche à filtrer; il n'y a pas de diaphragme.

» Chaque ascidiozoïte présente un contour général elliptique, large de 3^{mm} et long d'environ 7^{mm} depuis l'orifice oral, entouré d'une couronne de languettes, jusqu'à l'orifice cloacal. Au premier coup d'œil jeté sur ces ascidiozoïtes, on est tout de suite frappé par ce fait qu'ils semblent de travers si on les compare à ceux des autres espèces; et cette apparence anormale tient à l'orientation particulière du sac branchial, qui paraît avoir tourné dans son plan d'aplatissement (plan de symétrie), presque d'un angle droit par rapport à la tunique. De telle sorte que les barreaux du treillage branchial, que leur structure fait reconnaître pour respectivement homologues des vaisseaux longitudinaux et transversaux des autres espèces, ont ici une situation presque exactement transversale et longitudinale. L'endostyle, fortement arqué, semble être remonté vers la bouche; tandis que l'appareil dorsal, où l'on ne compte pas plus de sept languettes, se trouve uniquement localisé au voisinage du début de l'intestin, et confine ainsi à la région cloacale. Les organes génitaux sont immédiatement contigus à la boucle intestinale; ils ne forment pas de nucléus saillant en dehors du contour général de l'ascidiozoïte.

» Les caractères les plus remarquables sont fournis par le développement extraordinaires de la musculature. Les muscles annulaires du siphon inspirateur sont assez notablement développés; on remarque en particulier trois bandelettes musculaires assez larges, voisines l'une de l'autre du côté ventral, entre l'orifice siphonal et le sommet de l'endostyle, et s'irradiant vers le côté dorsal en ramifications divergentes. L'orifice du siphon cloacal est muni d'une large bande musculaire en forme de croissant, dont la plus grande largeur correspond à la ligne médiodorsale, et dont les cornes s'atténuent vers le côté ventral, donnant à l'orifice cloacal une forme assez

compliquée. Il n'y pas de muscle cloacal (*mid-atrial muscle* de Huxley) occupant sa position normale; mais, et c'est là le caractère le plus visible, une large bande musculaire, en forme de fuseau, barre en sautoir, de chaque côté, les parois externes de la cavité péribranchiale, à peu près au niveau du milieu de la branchie. Cette bande, large de 200^{μ}, longue de 1500^{μ}, est nettement visible à l'œil nu; un nerf volumineux, que l'on suit à partir du ganglion, l'aborde par son extrémité dorsale. Ainsi, tandis que les Pyrosomes se signalent, en général, par le faible développement de leur musculature, celui que nous venons de décrire présente au contraire un appareil musculaire comparable par sa puissance à ceux des autres Tuniciers pélagiques; ce caractère suffit pour le faire considérer au moins comme le type d'une espèce nouvelle, pour laquelle nous proposons le nom de *Pyrosoma indicum*.

» Le tube digestif de ce Pyrosome est habité par une Grégarine monocystidée, voisine sans doute des *Lankesteria*. La cavité du manchon colonial servait d'abri à des Poissons commensaux et à un Pénéide qui feront l'objet d'études ultérieures.

» Un Pyrosome géant (2^{m}) avait déjà été recueilli par le *Talisman* dans l'océan Atlantique, et signalé par Ed. Perrier sous le nom de *P. excelsior*. Par deux fois, le *Challenger* recueillit, également dans l'océan Atlantique, un Pyrosome de grande taille ($1^{m},30$), sommairement décrit par Herdman sous le nom de *P. spinosum*, et peut-être identique au *P. excelsior*. Les individus dépassent 1^{cm}. Ceux du *P. indicum*, notablement plus petits, forment au contraire les colonies les plus grandes qui aient été jusqu'ici signalées.

» L'examen des Pyrosomes conservés dans les collections du Muséum d'Histoire naturelle nous a permis d'y retrouver une petite colonie de *P. indicum*, longue de 10^{cm}, qui a été rapportée en 1830 par M. Dussumier et qui provient du golfe du Bengale. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Variétés d'action et de nature des sécrétions d'un microbe pathogène (produits volatils, hémolysines, mucine, principes antagonistes pyocyaniques)*. Note de MM. **Charrin** et **Guillemonat**, présentée par M. d'Arsonval.

« Les produits solubles de certains microbes pathogènes (agents du tétanos, de la diphtérie, etc.) sont impuissants, quand on les introduit dans les vaisseaux, à provoquer une mort immédiate. En revanche, injectées de la même façon, d'autres sécrétions bactériennes, telles que celles du bacille pyocyanique, font au contraire succomber l'animal sans la

moindre incubation, au cours même de l'injection. Or, en recherchant les causes de ces différences, en apparence aussi radicales, particulièrement en analysant les propriétés morbifiques des substances élaborées par ce bacille pyocyanique, nous avons fait quelques constatations qui semblent intéressantes.

» Nous avons d'abord définitivement reconnu que les pigments (¹) fabriqués par ce germe sont peu toxiques. A l'aide du chloroforme nous avons extrait la pyocyanine contenue dans un demi-litre d'une culture, dont 35^{cm^3} déterminaient la mort de lapins pesant en moyenne 2^{kg}; puis, après purification et évaporation de l'excipient, nous avons fait pénétrer par voie intra-veineuse ces matières colorantes dissoutes dans l'eau. Dans ces conditions, les animaux ont simplement présenté un amaigrissement modéré, d'ailleurs assez vite réparé. Ajoutons que l'administration de ces pigments n'a conféré aucune immunité, résultat conforme à l'opinion d'Erhlich, qui soutient que les vaccins n'appartiennent pas à la catégorie des corps cristallisables.

» Nos expériences montrent que les poisons bacillaires qui provoquent cette mort immédiate sont multiples; les uns stables sont solubles et surtout insolubles dans l'alcool; les autres sont volatils. Si même on fait usage d'une culture dans laquelle le bacille a consommé la plus grande partie des aliments, ces éléments volatils à eux seuls représentent une fraction considérable de la toxicité, parfois sa presque totalité (²). Or, ce n'est point grâce à de semblables composés que le germe du pus bleu fait naître soit la paralysie spécifique, les symptômes caractéristiques de la maladie pyocyanique, soit l'état réfractaire qui lui est propre. Il est dès lors intéressant de constater que des différences aussi prononcées dans l'évolution des processus morbides, les uns immédiats, les autres plus ou moins lents à se développer, sont dues, en définitive, à des sécrétions banales, en quelque sorte accessoires, et non aux véritables toxines.

» Ces sécrétions jouissent, cependant, d'importantes propriétés; elles sont, en particulier, vaso-constrictives et, par suite, en s'opposant dans

(¹) Ces pigments sont multiples; aux principes bleu, vert, jaune, j'ai, avec Cassin et Radais, ajouté, il y a 5 ans, un produit noir et récemment j'ai observé une matière rosée.

(²) La répartition de cette toxicité entre ces sécrétions stables ou instables, solubles ou insolubles, varie avec le degré de développement de la culture; tous les corps ne sont pas produits parallèlement.

une mesure variable à la libre sortie des leucocytes phagocytaires ou des humeurs, des sérosités bactéricides, elles diminuent, à un moment où l'économie a besoin de tous ses moyens de défense, la résistance de cette économie. D'autre part, ce caractère de volatilité expose un organisme, qui sans être en contact direct avec un sujet malade se trouve dans le voisinage, à s'imprégner de ces principes capables de faciliter le fonctionnement des agents pathogènes, quelquefois identiques, qui préexistent dans cet organisme, par exemple à la surface de l'intestin.

» De pareils produits, constitués dans l'espèce par des corps ammoniacaux, agissent également sur le contenu des vaisseaux; quand ils interviennent isolément, leur pouvoir hémolytique est extrêmement marqué. Par contre, si, au lieu de se servir exclusivement de ces substances ammoniacales séparées par une distillation à 40° et tout en tenant compte des dilutions, on utilise la culture totale simplement stérilisée, la dissolution des hématies est infiniment moins prompte; d'un autre côté, comme cette culture totale renferme forcément ces substances volatiles, il résulte de ces expériences que la partie se révèle plus active que le tout. Ce résultat est d'autant plus curieux que parmi ces sécrétions du bacille pyocyanique, du moins d'après plusieurs expérimentateurs, figure une autre matière hémolytique insoluble dans l'alcool (1).

» A la suite d'essais longtemps poursuivis dans le but d'expliquer ces singuliers phénomènes, nous avons été conduits, avec M. Levaditi, à établir que la mucine, élément qu'avec Desgrez l'un de nous a extrait des milieux où pullule le germe du pus bleu, se comporte ici à la manière d'un principe antagoniste; il suffit, en effet, pour atténuer notablement l'influence hémolytique des composés ammoniacaux, d'ajouter à ces composés une proportion variable de cette mucine.

» En somme, de l'ensemble de ces recherches découlent différentes conclusions : en premier lieu, contrairement à divers produits microbiens qui n'engendrent pas d'accidents mortels immédiats, les sécrétions du bacille pyocyanique provoquent une mort rapide sans incubation; en second lieu, cette toxicité si prompte n'est pas sensiblement attribuable aux pigments (2) de ce germe, pigments qui, d'un côté, paraissent incom-

---

(1) Si l'on supprime soigneusement tout fonctionnement microbien, l'action de cette seconde matière hémolytique, dont l'existence est soutenue par divers auteurs qui ont méconnu le rôle des composés ammoniacaux, paraît peu accentuée ou même inconstante.

(2) Déjà, avec le professeur Bouchard, nous avions établi que, si l'on met obstacle

parablement moins nuisibles que certaines matières colorantes, telles que la bilirubine, d'origine organique; pigments qui, d'un autre côté, sont cristallisables et, conformément à la doctrine d'Erhlich, sont incapables de vacciner; en troisième lieu, cette absence d'incubation dépend de principes bactériens multiples, mais surtout, quand la culture a un âge déterminé, des composés volatils ([1]), c'est-à-dire de substances accessoires qui ne constituent pas les vraies toxines; en quatrième lieu, ce caractère de volatilité, joint à leur influence sur le contenant et le contenu des vaisseaux, permet à la rigueur à ces substances d'abaisser la résistance d'un organisme situé à proximité d'un individu contaminé par l'agent pathogène qui les fabrique ([2]); en cinquième lieu, non seulement, d'une façon générale, les poisons morbifiques dérivés d'un microbe spécial sont multiples, mais même pour déterminer un unique désordre, par exemple la dissolution des globules rouges, un bacille dans certaines conditions dispose de plusieurs corps hémolytiques; en sixième lieu, si des liquides de provenance cellulaire, en particulier l'urine, renferment des composés toxiques distincts pour une part antagonistes les uns des autres, des cultures peuvent aussi contenir des sécrétions bactériennes douées d'attributs propres, dans diverses mesures, à se neutraliser réciproquement ([3]). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude de la vie ralentie chez les graines.* Note de M. L. Maquenne, présentée par M. Dehérain.

« L'eau étant nécessaire au fonctionnement de l'organisme végétal, on conçoit sans peine que les caractères extérieurs de la vie s'effacent chez les graines, qui ne renferment qu'une dose d'humidité toujours faible.

» Cependant il n'y a là qu'une atténuation des fonctions vitales et les graines continuent à dépenser lentement l'énergie qu'elles tiennent en

---

à la genèse de ces pigments, on réussit néanmoins à obtenir des toxines morbifiques. — Voir aussi, à ce sujet, la thèse de Gessard; Paris, 1881.

([1]) MM. Courmont et Lesieur ont cherché, jusqu'ici sans grand succès, à retirer des corps volatils de diverses cultures (communication orale).

([2]) Un tel mécanisme correspond quelque peu à la manière dont jadis on concevait l'intervention des miasmes.

([3]) Avec le professeur d'Arsonval, nous avons déjà décelé, dans une même culture, des produits qui, au point de vue de la thermogenèse, ont paru antagonistes.

réserve pour subvenir au travail de leur évolution ultérieure; cette perte, essentiellement défavorable à la conservation de la semence, puisqu'elle finit par détruire son pouvoir germinatif, n'est sans doute qu'une conséquence de la petite quantité d'eau que la graine renferme encore; il est à présumer que dans un milieu absolument sec elle cesserait de se produire.

» Cette hypothèse est d'accord avec tout ce que l'on sait actuellement des diastases, qui n'agissent jamais qu'en présence de l'eau et qui à l'état de siccité parfaite acquièrent une stabilité telle qu'on les voit souvent supporter sans altération une température supérieure à 100°.

» En fait, on sait que les graines approximativement sèches sont capables de résister aux agents les plus énergiques : Giglioli en a vu conserver leur faculté germinative après un séjour de 15 ans dans le chlore, le peroxyde d'azote, l'acide chlorhydrique gazeux, l'alcool absolu et même une solution alcoolique de bichlorure de mercure ([1]).

» Jodin a reconnu que leur fonction respiratoire est à peu près annihilée ([2]) et qu'elles peuvent même alors supporter sans périr une température de 98° ([3]). Mais on ignore si de semblables graines, par un reste d'activité interne, sont encore capables de produire, aux dépens de leur propre substance, de l'acide carbonique et de l'eau (voire même de l'alcool), cette dernière venant peu à peu contre-balancer l'influence préservatrice de la dessiccation.

» C'est pourquoi il m'a semblé intéressant de reprendre la question par la méthode des hauts vides, dont j'ai donné déjà quelques applications nouvelles à l'étude des graines ([4]).

» L'expérience suivante a porté sur 200 grains de blé de mars, pesant $7^{g},37$, que l'on a maintenus dans le vide sec, à l'intérieur d'une ampoule reliée par un long serpentin de verre à un petit manomètre a mercure; pour faciliter le départ de l'eau, l'ampoule était chauffée pendant le jour à 45° et la trompe mise en communication avec un tube à baryte caustique.

» L'appareil employé permettait de faire en 6 heures le vide de Hittorf dans un tube de 150^{cm^3} de capacité, sans intervention d'aucune matière desséchante.

» Au bout d'une semaine, la pression résiduelle n'étant plus mesurable, l'appareil, comprenant le tube à graine et son manomètre, fut scellé, détaché de la trompe et mis en observation devant un cathétomètre; le Tableau suivant donne quelques-unes

([1]) *Annales agronomiques*, t. XXIII, p. 190.

([2]) *Annales agronomiques*, t. XXIII, p. 433.

([3]) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 893.

([4]) *Ibid.*, t. CXXIX, p. 773.

des mesures qui ont été ainsi faites pendant les quatre mois et demi qu'a duré l'expérience :

Époque.	Pression.	Température.	Époque.	Pression.	Température.
	mm	o		mm	o
26 mai.......	0,00	»	24 juillet.....	1,72	24,8
31 »	0,34	»	4 août......	2,06	27,6
2 juin.......	0,70	»	18 »	1,48	23,4
9 »	1,08	22	1 septembre.	1,30	21,4
12 »	1,28	22	15 » .	1,12	18,7
26 »	1,16	20,6	6 octobre ...	0,80	14,0
10 juillet.....	1,66	25,3	13 » ...	0,76	12,9

» A l'examen de ces chiffres, on voit d'abord que le vide, voisin à l'origine du centième de millimètre, ne s'est pas maintenu ; après deux semaines, la pression intérieure s'est élevée à un peu plus d'un millimètre, pour ne subir ensuite que des variations imputables aux changements de la température ambiante, ce qui porte à croire qu'elle est uniquement due à une émission momentanée de vapeur d'eau.

» Rapportés à la température, tous les nombres observés viennent prendre place sur une courbe légèrement nébuleuse, semblable à celle des tensions de vapeur, et, si l'on compare les différents résultats ainsi obtenus à toutes les époques postérieures au 12 juin, on constate que, pour une même température, les différences ne dépassent guère un dixième de millimètre. Si l'on admet qu'elles sont dues à un dégagement gazeux, celui-ci devait être, en raison du volume intérieur de l'ampoule, inférieur à un centième de centimètre cube.

» Une semblable perte, si toutefois elle existe, est de l'ordre des quantités négligeables; la respiration intracellulaire s'arrête donc, dans le vide, en même temps que la respiration normale, ce qui conduit à admettre, dans la graine sèche, un état d'équilibre stable et, par conséquent, une meilleure conservation de son pouvoir germinatif.

» Il est évident que la légère émission de vapeur d'eau qui s'est manifestée au cours de l'expérience précédente tient surtout à ce que les graines renfermaient encore une trace d'humidité au moment où l'on a scellé l'appareil. Peut-être est-elle aussi en rapport avec quelque action diastasique qui vient peu à peu compléter le travail de la maturation; de nouveaux essais nous semblent venir à l'appui de cette dernière hypothèse.

» Pour le moment, nous insistons seulement sur ce fait que, sous l'in-

fluence de la seule dessiccation, à basse température, les graines passent de l'état de *vie ralentie* à l'état de *vie suspendue*, sous lequel toutes les fonctions végétatives cessent de s'accomplir. »

PÉTROGRAPHIE. — *Les roches volcaniques de la Martinique.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Michel Lévy.

« Dans deux Notes publiées il y a quelques années ([1]) j'ai montré que la caractéristique des roches volcaniques de la Martinique et de la Guadeloupe est de renfermer de l'*hypersthène* comme minéral essentiel et presque constant. Au moment où la Martinique est dévastée par une violente éruption volcanique, il me paraît utile de préciser la composition minéralogique des matériaux produits par les éruptions antérieures.

» Les roches qu'ils constituent peuvent être divisées en trois groupes principaux : des *dacites*, des *andésites* et des *labradorites* : elles forment des filons, des coulées, des brèches et des conglomérats accompagnés de lits de cendres.

» Dacites. — Le type moyen de ces roches offre la plus grande analogie d'aspect extérieur avec l'estérellite de Saint-Raphaël; à l'œil nu, on y distingue de gros cristaux de quartz bipyramidé, de hornblende, de biotite, d'hypersthène, de plagioclases, disséminés dans une pâte microcristalline d'un gris bleuté. Les roches du Grand-Piton, du Piton pierreux, du Morne-Citron et de nombreux blocs des conglomérats de la ravine Michel, près de Macouba, en présentent de bons exemples.

» Au microscope, on voit que la hornblende et la biotite sont en voie de résorption; les feldspaths sont très zonés avec partie centrale généralement la plus basique, mais souvent aussi avec succession de zones appartenant alternativement à deux feldspaths différents. Ces feldspaths sont presque toujours aplatis suivant g^1, avec combinaison des macles de Carlsbad, de l'albite et de la péricline; leur détermination est donc très facile. Les types les plus communs sont le labrador à 60 pour 100 d'anorthite et des andésines. Les inclusions vitreuses à bulle sont abondantes comme dans toutes les autres roches volcaniques de la Martinique. Tous ces phénocristaux ont une grande tendance à se réunir pour former des ségrégations de petit volume; les cristaux de hornblende sont fréquemment ophitiques avec les feldspaths.

» La pâte de la roche est constituée essentiellement par de très petits microlites feldspathiques, souvent eux-mêmes zonés, andésine et oligoclase; ils sont accompagnés

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 1347, et t. CXI, p. 71; 1890. Les roches étudiées sont celles de la collection de Ch. Sainte-Claire Deville conservée au Collège de France.

de quartz, tantôt grenu, tantôt pœcilitique; enfin il existe fréquemment de nombreux microlites ou cristallites d'hypersthène. La titanomagnétite, assez abondante, se trouve soit en microlites, soit en phénocristaux.

» Andésites a hypersthène. — Le type pétrographique qui paraît le plus répandu est constitué par des andésites acides de couleur claire, ayant souvent une pâte poreuse ou scoriacée, âpre au toucher, mais qui, dans certains cas, est plus compacte et prend une coloration noirâtre par suite de l'abondance de matière vitreuse. Ces roches sont des andésites à hypersthène, dans lesquelles le pyroxène rhombique est parfois accompagné d'un peu d'augite. Les phénocristaux sont, en outre, constitués par des plagioclases du groupe de l'andésine; ils sont très zonés, mais moins cependant que dans les labradorites. Tous ces cristaux sont disséminés dans une matière vitreuse plus ou moins abondante, dont les microlites feldspathiques présentent soit des extinctions longitudinales, soit des extinctions obliques n'atteignant que rarement 20° (Carbet, rivière Laillet, flanc ouest du Mont Pelé, environs de Saint-Pierre, du Prêcheur, etc.).

» Dans plusieurs localités, la matière vitreuse est, en partie, remplacée par des éponges de quartz globulaire dont l'origine secondaire ne paraît pas douteuse (Haute vallée des Pirogues, sommet du Morne-Jacob, etc.)

» Labradorites a hypersthène. — Ces roches se distinguent généralement, à l'œil nu, des andésites par leur aspect doléritique, elles sont généralement d'un gris foncé et plus ou moins compactes. Au microscope, on constate, en outre, que l'hypersthène est souvent entouré par de l'augite à axes parallèles. Enfin, il apparaît quelquefois de l'olivine; les plagioclases sont plus zonés que dans les roches précédentes; les zones très régulières présentent des écarts considérables de composition qu'il est facile de préciser, grâce à l'existence presque constante de la macle de Carlsbad et de l'albite; j'ai observé un cristal, dont la zone périphérique, perpendiculaire à la bissectrice positive n_g, offre des extinctions de 24° (labrador à 55 pour 100 d'anorthite), alors que le centre a une extinction de 51° et doit être rapporté à l'anorthite presque pure.

» Les microlites sont eux-mêmes plus basiques et dépassent 20°; ils sont souvent accompagnés de microlites d'augite et d'hypersthène. L'étude d'un grand nombre d'échantillons provenant de la région de Macouba, des rivières Laillet, la Garde et de blocs recueillis dans les conglomérats des mêmes régions, me fait penser qu'il existe une série continue entre ces andésites et ces labradorites.

» Quelques-unes de ces labradorites ne contiennent pas d'augite, mais sont riches en phénocristaux de hornblende ophitique. Une enclave homœogène se montre constituée par une diorite basique (labrador-bytownite ,hornblende, hypersthène, augite) qui doit être regardée comme une forme de profondeur des labradorites.

» Labradorites augitiques. — Enfin, il y a lieu de citer en terminant quelques roches à facies basaltique qui sont des labradorites augitiques, avec ou sans phénocristaux de plagioclases basiques et d'olivine; elles sont dépourvues de phénocristaux de pyroxène (Fort-de-France).

» La très rapide description qui vient d'être donnée montre que les roches volcaniques de la Martinique constituent une *série pétrographique*

remarquablement nette, comprenant des roches à quartz libre (*dacites*), puis des roches sans quartz qui, par ordre de basicité croissante, sont des *andésites* et des *labradorites*. Leur caractéristique commune est de renfermer comme élément essentiel un pyroxène rhombique, accompagné fréquemment par de l'augite et de la hornblende. Toute la série est remarquable par l'abondance des phénocristaux de plagioclases; ils sont rarement homogènes et offrent les plus beaux exemples que l'on puisse imaginer de zones régulières, formées par des feldspaths de composition différente.

» Auquel de ces types pétrographiques faut-il rapporter les produits rejetés aujourd'hui par le Mont Pelé? Nous n'avons encore que bien peu de documents à cet égard; cependant, les cendres tombées dans la nuit du 3 au 4 mai, les seules que nous possédions encore et que M. Michel Lévy a décrites dans la séance précédente, ont une composition minéralogique qui les rapproche des *andésites* à *hypersthène* décrites plus haut. Elles sont très analogues à un échantillon de la collection du Muséum provenant de l'éruption du 6 août 1851 et recueilli sous forme d'enduit à la surface d'un arbre. Cependant un autre échantillon de cendre grossière de 1851 se montre riche en fragments de hornblende. »

CHIMIE ANIMALE. — *Action biochimique de l'extrait de rein lavé sur certains composés organiques*. Note de M. **E. Gérard**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans ma dernière Note sur l'action biochimique du rein (¹), j'ai montré que l'extrait aqueux de cet organe peut transformer, par déshydratation, la créatine en créatinine, et que cette action est de nature diastasique. J'ai entrepris avec l'aide de mon préparateur, M. A. Lambert, de nouvelles expériences dirigées dans le même sens.

» On a opéré sur le rein de cheval; l'organe est prélevé dès que l'animal est abattu et on le prive de toutes traces de sang par une injection prolongée d'eau distillée faite par les vaisseaux, et lavage final par une injection de solution physiologique de chlorure de sodium (8g par litre). On ne prend ensuite que la partie corticale et décolorée du rein lavé, on la pulpe et on la met en macération pendant 24 heures, à la température de 40°, avec son poids d'eau distillée additionnée d'un peu de chloroforme. Au bout de ce temps, on filtre. Le filtrat ne renferme plus les éléments du sang, si le lavage a été complet.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 153.

» 1° *Action sur le glycogène.* — A. 50^{cm^3} d'extrait aqueux limpide de rein lavé sont additionnés de $0^g,50$ de glycogène pur et de 2^{cm^3} de chloroforme. — B. 50^{cm^3} du même extrait sont portés à l'ébullition et additionnés, après refroidissement, de $0^g,50$ de glycogène et de 2^{cm^3} de chloroforme.

» Les deux lots sont placés à l'étuve à 40°. Au bout de 24 heures on traite séparément le contenu du flacon A et celui de B par quatre fois leur volume d'alcool à 95°. On laisse déposer et l'on filtre; les liqueurs alcooliques sont ensuite distillées. Après avoir chassé l'alcool, on ajoute à la solution aqueuse de chacun des résidus $0^g,30$ de chlorhydrate de phénylhydrazine et $0^g,70$ d'acétate de soude, et l'on chauffe au bain-marie pendant 1 heure. Le lot A non bouilli donne des cristaux très nets de phénylglucosazone. Le lot B n'en donne pas. Cette expérience a été plusieurs fois répétée avec les mêmes résultats.

» 2° *Action sur le gaiacol.* — Dans les conditions expérimentales ci-dessus dites on a fait agir l'extrait de rein sur le gaïacol ($0^g,50$ de gaïacol cristallisé synthétique pour 50^{cm^3} de liquide). On a eu soin de préparer également un flacon témoin avec l'extrait bouilli. Après 24 heures à l'étuve, les liquides sont agités séparément avec de l'éther, les solutions éthérées sont décantées et évaporées. Le résidu est repris par une petite quantité d'eau. Seule la solution aqueuse provenant du lot non bouilli présente les réactions de la pyrocatéchine : réduction à froid de l'azotate d'argent; coloration vert foncé par le perchlorure de fer, passant au violet par l'ammoniaque.

» 3° *Action sur l'acide oxalurique.* — 50^{cm^3} d'extrait de rein lavé ont été soumis à l'ébullition, puis additionnés de $0^g,50$ d'acide oxalurique et de 2^{cm^3} de chloroforme. 50 autres centimètres cubes non bouillis ont été additionnés d'acide oxalurique et de chloroforme dans les mêmes proportions.

» Après 24 heures de séjour à l'étuve à 42° on recherche, dans les deux liquides, la présence de l'acide oxalique. Les deux lots sont acidifiés par l'acide chlorhydrique et agités avec un mélange de 1 partie d'alcool et de 9 parties d'éther, qui dissout l'acide oxalique. On décante les liqueurs éthérées et, après évaporation, on y cherche l'acide oxalique suivant la marche ordinaire. Le lot ayant reçu l'infusion de rein non bouillie donne un précipité d'oxalate de chaux, tandis qu'on a un résultat négatif avec le lot bouilli.

» 4° *Action sur la lactose.* — Comme précédemment, on fait deux lots d'extrait de rein lavé et dont l'un, bouilli, sert de témoin. Après le séjour à l'étuve à 42° on évapore les liquides au bain-marie; les résidus de l'évaporation sont repris par l'alcool à 95°. Les liqueurs alcooliques filtrées sont évaporées; les résidus sont repris par l'eau, et les solutions aqueuses, additionnées de $0^g,30$ de chlorhydrate de phénylhydrazine et de $0^g,70$ d'acétate de soude, sont chauffées, pendant 1 heure environ, au bain-marie.

» L'extrait, non soumis à l'ébullition, donne des cristaux qui, examinés au microscope, sont constitués par des aiguilles déliées de glucosazone (ou même de galactosazone) et des houppes fines de lactosazone solubles dans l'eau chaude. Dans l'extrait préalablement bouilli on n'obtient que quelques houppes de lactosazone.

» On voit donc que l'extrait aqueux de rein de cheval, privé de tout

élément cellulaire, peut hydrater le glycogène, le gaïacol, l'acide oxalurique, la lactose.

» Cette hydratation, qui ne se manifeste que dans les liquides non soumis à l'ébullition, est donc très vraisemblablement le résultat d'une action diastasique. Du reste, dans le but de séparer les ferments, nous avons précipité par l'alcool l'extrait aqueux de rein lavé. On obtient ainsi un précipité qui, après avoir été essoré et desséché dans le vide, est remis en dissolution dans l'eau. Avec cette solution, nous avons répété les expériences précédentes; les résultats ont été identiques. On a pu s'assurer que ce phénomène d'hydratation s'exerce encore vis-à-vis de bien d'autres composés; nous en ferons l'objet d'une prochaine Note.

» Si l'on en juge par l'intensité des réactions, cette hydratation, provoquée par l'infusion aqueuse de rein lavé, n'est pas très active. Elle est nulle pour certaines substances comme l'amidon et l'inuline.

» Au moment où nous rédigions cette Note, nous avons eu connaissance d'un travail de M. Gonnermann (1), qui a fait agir la pulpe de rein de mouton sur quelques amides et anilides : il a montré que la formamide, la benzamide, la salicylamide, la formanilide et la benzanilide sont ainsi hydrolysées. On remarquera seulement que cet auteur n'a pas pris, comme nous, la précaution de priver l'organe du sang qu'il renferme. A notre avis, ce point est très important pour établir que c'est bien la cellule rénale qui élabore ces diastases hydrolysantes. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le mécanisme comparé de l'action du froid et des anesthésiques sur la nutrition et la reproduction.* Note de M. RAPHAEL DUBOIS.

« Depuis longtemps j'ai démontré, par de nombreuses expériences, que les anesthésiques généraux agissent sur la substance vivante, ou bioprotéon, *principalement* en la déshydratant. Cette théorie vient de recevoir une nouvelle confirmation de son exactitude et de sa généralité par les expériences très intéressantes de Mlle Stefanowska sur *la déshydratation du protoplasme vivant par l'éther, le chloroforme et l'alcool* (2).

(1) *Pflüger's Archiv*, t. LXXIX, 1902, p. 493.

(2) *Annales de la Société belge de Microsc.*, t. XXII.

» Mais les anesthésiques généraux ne sont pas les seuls agents qui puissent produire la déshydratation du bioprotéon, en même temps que son anesthésie : il y a également des agents physiques, comme le froid et même la chaleur.

» Or, depuis longtemps également, j'ai montré expérimentalement que le mode d'action intime du froid et des anesthésiques généraux est identique et qu'il consiste *principalement* dans une déshydratation du bioprotéon.

» En 1891, j'écrivais dans la *Revue générale des Sciences* (p. 563) :

« Les effets physiologiques du froid et des anesthésiques sont de même » ordre, puisqu'ils permettent d'obtenir également l'antisepsie tempo- » raire, la vie latente, l'anesthésie, et qu'ils consistent dans une déshydra- » tation des tissus. »

» Une théorie est définitivement établie quand elle sort du domaine purement scientifique pour passer dans la pratique; or, c'est justement ce qui vient de se produire pour mes conclusions sur la similitude d'action du froid et des anesthésiques généraux.

» En effet, on se servait du froid pour la grande industrie du forçage des fleurs et des fruits, comme moyen d'arrêt temporaire de la végétation : on faisait ainsi subir aux végétaux une hivernation provoquée. Cette pratique, fort incommode, entraînait de grands frais et limitait considérablement les applications du forçage. Mais, en 1893, M. Johannsen, professeur d'agriculture danoise, montra que, dans la pratique, on peut remplacer le froid par les vapeurs d'éther. Les travaux de M. Johannsen ont servi de base à de nombreux essais dont les résultats sont des plus concluants (¹).

» Cette similitude d'action n'est pas moins frappante lorsqu'il s'agit de *fécondation artificielle*.

» On sait que, par l'action de certains sels neutres ajoutés à l'eau de mer, c'est-à-dire par déshydratation anosmotique, on peut provoquer la parthénogenèse chez des œufs non fécondés d'animaux marins, où elle ne s'effectue pas spontanément; d'autre part, M. A.-P. Mathews a obtenu également la segmentation de l'œuf d'Oursin non fécondé par l'action de l'éther, du chloroforme et de l'alcool. Mais voici maintenant que M. Greeley annonce qu'il a vu que les abaissements de température peuvent diminuer l'hydratation des cellules vivantes et qu'il a fait des expériences lui ayant

---

(¹) Voir *Éthérisation des plantes en culture forcée,* par M. Albert Maumené (*La Nature*, 2 novembre 1901).

permis de provoquer le développement d'œufs non fécondés, par un refroidissement passager.

» Qu'il me soit permis de rappeler que ces faits particuliers ne sont que des applications des principes généraux que j'ai, depuis longtemps, établis expérimentalement. »

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Maladie des jeunes chiens. Statistique des vaccinations pratiquées du* 15 *mai* 1901 *au* 15 *mai* 1902. Note de M. **C. Phisalix**, présentée par M. Chauveau.

« Dans ma Communication à l'Académie du 7 avril 1901, j'ai montré que de jeunes chiens inoculés préventivement avec des cultures atténuées d'un cocco-bacille très voisin de celui que Lignières a découvert chez le chien, et qu'il a désigné sous le nom de *Pasteurella canis* [1], résistent à l'inoculation intra-veineuse d'un virus fort et à la contagion directe par des animaux malades.

» Il était intéressant de savoir si la vaccination serait efficace contre les causes d'infection naturelle et si le procédé de laboratoire était applicable dans la pratique.

» Dans le but de m'en assurer, j'ai entrepris une expérience pour laquelle beaucoup de bonnes volontés se sont offertes, et depuis le 15 mai 1901 il a été vacciné un nombre de chiens qui, aujourd'hui, s'élève à plus de 1200.

» Toutes les vaccinations faites en dehors du Muséum ont été pratiquées soit par les médecins, soit par les vétérinaires auxquels j'ai envoyé du vaccin. Toutes les observations ainsi que les renseignements ultérieurs m'ont été directement et régulièrement transmis par eux. Un certain nombre de ces essais, et non des moins importants, car ils portent sur des élevages de meutes ou sur des groupes de races différentes, ont la valeur d'une expérience de laboratoire, car ils ont été faits, soit en réservant des témoins, soit en éprouvant les chiens vaccinés par le contact avec des chiens malades. Les résultats que je présente peuvent donc donner sur l'efficacité de la méthode de vaccination des renseignements assez précis. En voici le résumé :

» Sur 1250 chiens vaccinés du 15 mai 1901 au 15 mai 1902, 37 ont succombé à la maladie, 30 ont eu des atteintes bénignes, ce qui donne pour la mortalité le chiffre de 2,8 pour 100 et pour les cas d'atteintes légères celui de 2,4 pour 100. Dans une première statistique donnée le 1er novembre à la Société de médecine vétérinaire pratique, et portant sur 298 chiens, le pourcentage de la mortalité s'élevait à 4,3 pour 100.

---

(1) Cette espèce, comme je l'ai établi récemment (*Bulletin du Muséum*, avril 1902), est identique à la *Pasteurella cabiaii*.

Depuis, aucun cas de mortalité n'est survenu parmi les chiens faisant partie de cette première statistique.

» Cela prouve que l'immunité persiste assez longtemps pour permettre aux animaux de traverser la période critique. Quant au léger abaissement du chiffre de la mortalité, il est vraisemblablement dû à ce que, depuis cette époque, les chiens ont été vaccinés plus tôt, à l'âge de 2 à 3 mois.

» Si l'on examine dans leur ensemble les résultats des différentes observations, on voit que, sur les 37 chiens morts, 26 ont contracté la maladie après une seule inoculation, 11 après deux inoculations, et que, sur les 30 cas d'affections bénignes, 17 se sont produits après la première et 13 après la seconde inoculation. Le nombre des animaux atteints est donc plus grand après la première inoculation qu'après la seconde.

» Comme les symptômes se manifestaient quelques jours après la vaccination, certains observateurs ont attribué ces accidents au vaccin lui-même. Il n'est pas impossible que des chiens très chétifs ou très sensibles soient rendus malades par le vaccin, mais ce n'est certainement pas le cas ici et en voici les raisons.

» Sur les 26 cas de maladie survenus après une seule inoculation, 20 se sont manifestés très rapidement du troisième au dixième jour, et, chez quelques-uns, la mort est arrivée en 4 ou 5 jours; chez aucun de ces animaux la réaction locale, si caractéristique dans les conditions ordinaires, ne s'est produite. Or cette marche est complètement différente de celle de la maladie provoquée expérimentalement, soit par les cultures virulentes, soit par la toxine seule : dans ce dernier cas, il y a toujours une action locale, mais les principales manifestations extérieures de la maladie générale n'apparaissent qu'après une période d'incubation variable de 10 à 25 jours. D'autre part, ce même vaccin, inoculé dans les veines à la dose de 3^{cm^3}, n'a pas donné la maladie; on ne peut donc pas lui attribuer les accidents et les morts précoces consécutifs à la première inoculation, et il est vraisemblable d'admettre que les animaux étaient déjà en incubation au moment où ils ont été vaccinés. Cette opinion est corroborée par le fait que, chez les chiens déjà malades, le vaccin n'aggrave pas les symptômes. Ainsi, sur 35 chiens inoculés en pleine maladie, 29 ont guéri; les six cas de mort se rapportent à des formes pulmonaires et nerveuses, mais on ne peut pas dire que le vaccin en ait accéléré l'évolution fatale, puisque quelques chiens qui en étaient aussi gravement atteints ont guéri après la vaccination.

» Si cette manière d'envisager les faits est conforme à la réalité, les résultats de la statistique pourront encore s'améliorer. En commençant la vaccination à 2 mois, on aura beaucoup plus de chances d'avoir affaire à des animaux encore indemnes de toute infection; depuis 6 mois, sur mes indications, la plupart des vétérinaires procèdent ainsi et j'ai pu déjà constater les heureux effets dus à cette modification.

» Jusqu'ici, à de très rares exceptions près, la méthode de vaccination a été appliquée à des chiens de race pure de toutes catégories, et l'on sait que le tribut payé à la maladie par ces races sélectionnées est considérable, et que la mortalité s'élève de 25 à 80 pour 100. En prenant comme

moyenne le chiffre de 40 pour 100, je crois être bien au-dessous de la vérité. En abaissant cette mortalité à 2,8 pour 100, la vaccination a donc été réellement efficace. Et même, si à ce chiffre on ajoute des cas de morts qui, de l'avis des vétérinaires, ne sont manifestement pas dus à la maladie, on arrive à un total de 4,4 pour 100. C'est là un résultat déjà très satisfaisant d'où l'on peut tirer les conclusions les plus favorables relativement à l'utilité pratique de la méthode de vaccination des jeunes chiens. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La lipase existe-t-elle dans le sang normal?* Note de MM. Maurice Doyon et Albert Morel, présentée par M. Chauveau.

« Nous avons montré, dans une Note précédente, que le sérum ne contient pas de lipase. Pas plus que le sérum le sang ne renferme ce ferment. Cette conclusion ressort des faits suivants :

» 1. Le sang (de chien) dépourvu de microbes ne fait pas varier l'alcalinité au tournesol [1] d'un mélange d'huile et de carbonate de soude en solution aqueuse.

» 2. Le sang (de chien) fait diminuer l'alcalinité au tournesol d'un mélange (huile et solution de carbonate de soude) après un séjour à l'étuve, si l'on ensemence le mélange avec quelques gouttes d'une culture provenant d'un sang accidentellement infecté.

» *Technique.* — Nous nous plaçons dans les conditions que M. Hanriot dit être les plus favorables. Nous mêlons à 400^{cm^3} d'eau 100^{cm^3} d'une solution de carbonate de soude à $5^g,74$ de $CO^3Na^2, 10H^2O$ par litre, et nous stérilisons. Nous émulsionnons dans cette solution 2^{cm^3} d'huile de pied de bœuf stérilisée, nous y ajoutons 40^g de sang recueilli aseptiquement. Les résultats que nous donnons expriment en centimètres cubes la quantité d'une solution d'acide acétique à $1^g,8$ pour 1000 nécessaire pour saturer au tournesol bleu tout le mélange.

Expériences.

	Alcalinité à l'origine.	Alcalinité après 48 heures d'étuve à 35°.
Sang de chien à jeun (aseptique).......	160	160
Sang de chien en digestion (aseptique).	135	128

(1) Nous sommes obligés d'employer le papier de tournesol comme réactif indicateur en raison de la coloration du mélange.

	Aseptique.		Infecté par une culture.	
	Alcalinité à l'origine.	Après 48 heures d'étuve.	Après 24 heures d'étuve.	Après 48 heures d'étuve.
Sang de chien en digestion (d'abord aseptique, puis infecté)	142	142	116	95

» 3. Nous avons recherché si la diminution de l'alcalinité, constatée dans le cas où le mélange contient des microbes, est due à la mise en liberté d'acide oléique par saponification de l'huile de pied de bœuf (¹). Nous avons constaté qu'il n'y a pas d'acides gras combinés au carbonate de soude.

» *Technique*. — Nous avons employé la méthode bien connue de dosage des acides gras : acidification du mélange (sang + huile + solution de carbonate) par l'acide sulfurique, épuisement par l'éther rigoureusement neutre, enfin dissolution de l'extrait éthéré dans une solution de carbonate de soude et titrage de celle-ci à la phtaléine. Les résultats indiquent le nombre de centimètres cubes d'une solution d'acide acétique à 1g,8 pour 1000 nécessaire pour saturer à la phtaléine 25cm³ d'une solution étendue de CO^3Na^2 traitée par l'extrait éthéré obtenu comme il a été dit.

Expériences (²).

	Aseptique		Infecté
	à l'origine.	après 48 heures d'étuve.	après 48 heures d'étuve.
Sang de chien en digestion (sang seul)	17,8	17,4	17,2
Sang de chien en digestion (sang + huile).........	17,8	18,2	18,0

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur l'action de la décompression sur les échanges respiratoires de l'homme*. Note de M. J. Tissot, présentée par M. Chauveau.

« J'ai été amené, par les conditions expérimentales exceptionnelles dans lesquelles a bien voulu me placer M. Chauveau, à étudier de façon

(¹) Cette recherche est nécessaire pour dissiper l'incertitude des résultats précédents dus au peu de sensibilité du tournesol aux acides gras supérieurs.

(²) La recherche des acides gras a été effectuée dans les mélanges dont l'alcalinité au tournesol diminuait par suite de l'infection.



complète et avec des procédés nouveaux et rigoureux l'action de la décompression ou de la compression atmosphérique sur l'organisme (¹).

» Le dispositif expérimental consiste en une caisse en tôle de fer très forte, carrée, d'une capacité de 15^{m^3}, renforcée par une armature en fer très résistante. Une table placée à l'intérieur, la grandeur et la vaste capacité de l'enceinte permettent à deux personnes d'effectuer pendant plusieurs heures, avec toute la commodité possible, les expériences les plus délicates.

» La pompe à faire le vide, très puissante, est placée à quelque distance de la chambre à décompression, à laquelle elle est reliée par une canalisation en fer de 20^{mm} de diamètre intérieur. Elle est mue par un moteur à vapeur placé dans une salle voisine.

» Je n'exposerai, dans cette Note, que quelques expériences préliminaires qui ont eu surtout pour but de s'assurer du fonctionnement de l'appareil. Elles n'en ont pas moins donné des résultats fort intéressants et qui montrent que les expériences qui suivront seront du plus grand intérêt. J'ai fait deux séries d'expériences : la première avait pour but de voir quel est l'effet de la décompression sur les échanges respiratoires de l'homme. La deuxième était destinée à l'étude comparative du travail musculaire, effectué à la pression normale ou dans une atmosphère décomprimée. Il ne sera question, dans cette Note, que de l'*action de la décompression sur les échanges respiratoires, au repos*.

» Je me suis soumis, à l'intérieur de l'appareil, à une décompression progressive qui a atteint à la limite extrême une valeur de 28^{cm} de mercure, dépression qui équivaut, lorsqu'on s'élève dans les airs, à une hauteur d'environ 3500^{m}. Les conditions expérimentales actuelles ne m'ont pas permis de dépasser cette dépression. Mais j'espère pouvoir bientôt arriver à réaliser l'expérience avec une dépression d'au moins une demi-atmosphère.

» Avant de commencer la décompression, j'ai pris mon coefficient respiratoire au repos. Je ne reviendrai pas sur les procédés à l'aide desquels cette mesure s'effectue. Ils ont été décrits en plusieurs endroits. Je me bornerai à rappeler qu'ils permettent

(¹) Ces recherches m'ont été facilitées dans la plus large mesure par M. le professeur Arloing, directeur de l'École vétérinaire de Lyon, dans le laboratoire duquel ont lieu mes expériences et auquel je ne saurais trop exprimer ma reconnaissance.

Je dois aussi adresser mes plus vifs remercîments à MM. les membres de l'Aéro-Club; ils m'ont donné, en particulier, la possibilité d'effectuer mes recherches en me procurant un des éléments essentiels aux expériences, la pompe à faire le vide.

Je n'oublierai pas non plus M. Nicolas, qui a bien voulu se soumettre avec moi aux expériences de décompression.

d'expérimenter avec une rigoureuse exactitude et en laissant le sujet dans des conditions parfaitement normales.

» Pendant la décompression, j'ai fait, à des pressions différentes, la mesure de mon coefficient. L'air expiré provenant d'une expérience d'une durée de 1 minute était enfermé dans un sac de caoutchouc, après avoir, au préalable, prélevé un échantillon pour l'analyse. La mesure du contenu des sacs a été effectuée à la pression et à la température extérieures au sortir de l'appareil.

» Comme les expériences avaient lieu dans une atmosphère confinée, j'ai, bien entendu, analysé cette atmosphère et tenu compte de sa viciation progressive pour chaque détermination de coefficient.

» La décompression a été obtenue en 2 heures 30 minutes.

» La limite de décompression étant atteinte, j'ai laissé rentrer l'air progressivement en ouvrant un robinet qui se manœuvre de l'intérieur de l'appareil. J'ai mis 30 minutes pour revenir à la pression normale et, aussitôt revenu à cette pression, j'ai fait une nouvelle détermination de coefficient, au repos.

» Le Tableau suivant, qui contient en outre les chiffres des expériences relatives au travail musculaire, montre qu'il y a identité absolue entre les résultats obtenus et ceux que nous avions obtenus déjà, Hallion et moi, au cours d'une ascension en ballon.

Temps.		Pression barométrique.	Intensité absolue des échanges respiratoires. CO^2. exhalé.	O^2. abs.	Intensité relat. des échanges d'après CO^2+O^2.	Débit respir. réel.	Composition de l'air expiré pour 100^{cm^3}. CO^2.	O^2.	Débit respir. apparent.	Quotient respiratoire.
h m		mm				l			l	
8. 0	Repos	750	174	185	1,0	10,270	1,87	1,98	10,270	0,94
8.10	Travail	750	427	431	2,4	18,414	2,56	2,58	18,414	0,99
8.53	Entrée dans l'appareil et début de la dépression.									
9.35	Repos	655	208	250	1,27	7,783	2,94	3,53	8,912	0,83
9.57	Repos	580	200	337	1,21	5,865	3,75	4,44	7,580	0,84
10.27	Repos	530	168	199	1,02	5,326	3,47	4,11	7,530	0,84
10.45	Travail	500	456	469	2,57	13,782	3,64	3,74	20,673	0,93
11.10	Repos	485	185	224	1,11	4,893	4,16	5,04	7,565	0,83
12.15	Repos	750	180	229	1,11	7,433	2,66	3,39	7,433	0,79

» Voici ces résultats très succinctement :

» 1° La décompression ne diminue pas la valeur du coefficient respiratoire du sujet en repos; l'intensité absolue des échanges respiratoires reste sensiblement la même, quelle que soit la pression extérieure, jusqu'à une dé-

pression de 28^{cm} de mercure. Cette conclusion est conforme à celle des expériences de Lœwy [1] qu'elle confirme.

» 2° Le débit respiratoire *réel*, c'est-à-dire la quantité d'air mesuré à 0° et 760^{mm} qui entre dans le poumon, diminue comme la pression et suit une courbe analogue à celle de la variation de pression.

» 3° Le débit respiratoire apparent (volume de l'air expiré à la pression et à la température actuelles) *n'augmente pas*. Il ne présente comme variations que celles qu'on rencontre habituellement chez tous les sujets.

» 4° Comme le débit apparent ne varie pas et que la pression diminue, la tension de l'oxygène diminue progressivement dans l'air inspiré. L'augmentation progressive des altérations de l'air expiré, à mesure que la pression diminue, jointe à la fixité du débit respiratoire apparent, montre que cette diminution de tension n'a aucun effet sur la valeur absolue des échanges. Le sang a encore plus d'oxygène qu'il ne lui en faut.

» 5° La quantité totale de CO^2 exhalé varie peu ou pas et montre que cette exhalaison n'obéit pas aux lois de la dissolution des gaz. »

M. **Pozzi-Escot** adresse une Note sur les « Diastases oxydantes et réductrices de la Pomme de terre ».

M. **Stephanidès** adresse une Note relative aux idées d'Aristote et à celles de Galilée sur le mouvement.

M. **Fr. Laur** adresse une Note concernant la « coïncidence des phénomènes volcaniques des Antilles avec les coups de grisou ».

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

---

(1) A. Lœwy, *Ueber die Respiration und Circulation unter verdünnter und verdichteter Sauerstoffarmer und sauerstoffreicher Luft* (*Arch. f. d. ges. Phys.*, t. LVIII, 1894).

COMITÉ SECRET.

L'Académie décide d'envoyer aux Antilles une Mission chargée d'étudier les phénomènes volcaniques.

Elle nomme la Commission suivante, qui devra assurer l'exécution de sa décision :

MM. Janssen, Bassot, Hatt, Michel Lévy, de Lapparent, Alfred Picard et les Membres composant le Bureau.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 mai 1902.
(Suite.)

Société des Ingénieurs civils de France : Annuaire de 1902. Paris, 1 vol. in-8°.

Les modifications de l'organisme à l'époque de la puberté, c'est-à-dire de 10 à 20 ans, par le Prince N.-V. Viazemski; t. I, fasc. 1, 2, 3 et t. II, fasc. 1, 2. (En langue russe.) Saint-Pétersbourg, 1901; 3 vol. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier. (Hommage de l'Auteur.)

La S. Sindona che si venera a Torino, illustrata e difesa dal P. Giammaria Sanna Solaro. Turin, Vincenzo Bona, 1901; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Sur la fabrication et le prix actuels des composés éthyléniques, par Louis Henry. (Extr. des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles,* t. XXVI, 1902.) 1 fasc. in-8°.

Mémoire sur un appareil destiné à prévenir les accidents de chemins de fer, par Filibri. La Haye, 1902; 1 fasc. in-8°.

Recueil de l'Institut botanique (Université de Bruxelles), publié par L. Errera; t. V. Bruxelles, Henri Lamertin, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. L. Errera.)

Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie : 16e année, t. XVI, fasc. 1, 1902. Bruxelles, imp. Hayez; 1 fasc. in-8°.

Report of the Commissioner of education for the year 1899-1900; vol. II. Washington, 1901; 1 vol. in-8°.

The canadian patent office record and register of copyrights and trade marks; vol. XXX, n° 1. Ottawa, 1902; 1 fasc. in-4°.

Monthly weather Review; vol. XXX, n° 1, january 1902. Washington; 1 fasc. in-4°.

Boletin Instituto geologico de Mexico; n° 15 : *Las rhyolitas de Mexico :* segunda parte. Mexico, 1901; 1 fasc. in-4°.

The Wilson Bulletin, a quarterly journal of ornithology; vol. IX, n° 1, march 1902. Oberlin, Ohio; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 13 janvier 1902.)

Note de MM. *V. Grignard* et *L. Tissier,* Action des combinaisons organo-magnésiennes mixtes sur le trioxyméthylène, etc. :

Page 108, ligne 7, *au lieu* de $d_0 = 0,8243$, *lisez* $d_0 = 0,8273$.

(Séance du 20 mai 1902.)

Note de M. *H. Deslandres,* Sur la force répulsive et les actions électriques émanées du Soleil, etc. :

Page 1135, ligne 29, *au lieu de* doit être plus forte que celle due à la particule ionique, *lisez* doit être plus forte que celle de la particule ionique.

Page 1136, ligne 11, *au lieu de* comparable à la force répulsive qui forme le noyau des comètes, *lisez* comparable à la force répulsive qui forme la queue des comètes.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUIN 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions abéliennes à multiplication complexe.* Note de M. G. HUMBERT.

« Comme suite à une Note précédente (21 avril 1902, p. 876), j'examinerai aujourd'hui le cas où les périodes des fonctions abéliennes à multiplication complexe vérifient *trois* relations singulières :

$$(1)\quad \begin{cases} A_0 g + B_0 h + C_0 g' + D_0(h^2 - gg') + E_0 = 0, \\ A_1 g + B_1 h + C_1 g' + D_1(h^2 - gg') + E_1 = 0, \\ A_2 g + B_2 h + C_2 g' + D_2(h^2 - gg') + E_2 = 0. \end{cases}$$

» I. On a le droit de supposer premiers entre eux les déterminants tels que $(A_0 B_1 C_2)$ formés avec les coefficients des équations (1); j'admettrai de plus que les coefficients B_0, B_1, B_2 sont pairs, caractère qui se conserve par toute transformation d'ordre *un* des périodes : le cas général se traiterait de même.

» Soient $4\Delta_0$, $4\Delta_1$, $4\Delta_2$ les invariants de chacune des relations (1); $2\delta_{01}$, $2\delta_{02}$, $2\delta_{12}$ les invariants simultanés de ces relations deux à deux; on a

$$\Delta_0 = \tfrac{1}{4}B_0^2 - A_0 C_0 - D_0 E_0, \qquad \delta_{01} = \tfrac{1}{2}B_0 B_1 - A_0 C_1 - A_1 C_0 - D_0 E_1 - D_1 E_0, \qquad \ldots.$$

» Si, maintenant, f_0, f_1, f_2 désignent les premiers membres des trois relations (1), l'invariant de la relation singulière $xf_0 + yf_1 + zf_2 = 0$, où x, y, z sont des entiers sans diviseur commun, est, après suppression du facteur 4,

$$(\mathrm{F})\quad \begin{cases} \tfrac{1}{4}(B_0 x + B_1 y + B_2 z)^2 - (A_0 x + A_1 y + A_2 z)(C_0 x + C_1 y + C_2 z) \\ \qquad - (D_0 x + D_1 y + D_2 z)(E_0 x + E_1 y + E_2 z), \end{cases}$$

forme quadratique ternaire en x, y, z qui doit être *positive* pour que les fonctions abéliennes, correspondant aux périodes considérées, existent. Cette forme s'écrit

$$\Delta_0 x^2 + \Delta_1 y^2 + \Delta_2 z^2 + \delta_{01} xy + \delta_{02} xz + \delta_{12} yz;$$

elle ne change donc pas si l'on opère sur f_0, f_1, f_2 une même transformation du premier ordre d'Hermite; elle se change en une forme proprement ou improprement équivalente si l'on remplace le système (1) par un système arithmétiquement équivalent. D'après cela, à tout système (1) répond une classe de formes quadratiques ternaires positives, proprement ou improprement équivalentes entre elles.

» D'ailleurs, la forme (F) n'est pas une forme ternaire positive quelconque, car, en vertu de son expression même, $4F$ est représentable proprement par la forme $X^2 - 4YZ - 4TU$, propriété qui n'appartient pas à toute forme ternaire. Dans ce qui suit, on désignera par (F) les formes de ce type, et les théories générales classiques permettront toujours de reconnaître si une forme ternaire donnée est une forme (F).

» II. Réciproquement, une classe de formes (F), *primitives*, étant donnée, à quels types peut-on réduire, par des transformations du premier ordre des périodes, les systèmes (1) qui lui donnent naissance? Nous supposerons, pour simplifier, que les formes de la classe n'ont pas de transformations en elles-mêmes, sauf, bien entendu, la transformation unité et celle qui change les signes des trois variables.

» Désignons par (F_0) une forme de la classe donnée, par Ω le plus grand commun diviseur des coefficients de son adjointe : on pourra, d'une infinité de manières, trouver une forme binaire primitive (G_0), $DX^2 + \delta XY + \Delta Y^2$, qui soit représentable proprement par (F_0), et dont le discriminant, $4D\Delta - \delta^2$, soit égal à ΩP, P désignant un nombre premier, premier avec le discriminant de (F_0) : cela résulte de ce que les discriminants des formes contenues proprement dans (F_0) sont des nombres représentables proprement par l'adjointe de (F_0), et réciproquement.

» Soient maintenant $f_0 = 0$, $f_1 = 0$, $f_2 = 0$ trois relations singulières donnant naissance à la forme (F_0) : par définition, $4F_0$ est l'invariant de la relation $xf_0 + yf_1 + zf_2 = 0$. On obtient (G_0) en remplaçant, dans (F_0), les variables x, y, z par $\lambda X + \mu Y$; $\lambda' X + \mu' Y$; $\lambda'' X + \mu'' Y$ de sorte que $4G_0$ est l'invariant de la relation

$$X(\lambda f_0 + \lambda' f_1 + \lambda'' f_2) + Y(\mu f_0 + \mu' f_1 + \mu'' f_2) = 0.$$

Or, on peut remplacer le système $f_0 = f_1 = f_2 = 0$ par le système arithmétique équivalent

$$(2) \qquad \lambda f_0 + \lambda' f_1 + \lambda'' f_2 = \mu f_0 + \mu' f_1 + \mu'' f_2 = \nu f_0 + \nu' f_1 + \nu'' f_2 = 0,$$

ν, ν', ν'' étant des entiers choisis de telle sorte que la déterminant $(\lambda \mu' \nu'')$ soit égal à $+1$: ce choix est possible, puisque les mineurs $(\lambda \mu' - \lambda' \mu), \ldots$ sont premiers entre eux, la représentation de (G_0) par (F_0) étant propre.

» Les deux premières relations (2),

$$\lambda f_0 + \lambda' f_1 + \lambda'' f_2 = 0, \qquad \mu f_0 + \mu' f_1 + \mu'' f_2 = 0,$$

donnent, d'après cela, naissance à la forme binaire, positive et primitive (G_0); on peut donc, en vertu des résultats de ma Note précédente, les ramener, par une transformation d'ordre *un*, au type

$$(3) \qquad h^2 - gg' - D = 0, \qquad g - \Delta g' - \delta = 0.$$

» La troisième relation (2), après la transformation, pourra être débarrassée des termes en $h^2 - gg'$ et g : il suffira de lui ajouter les deux équations (3) multipliées par des entiers convenables, et cette opération ne changera pas la classe de formes ternaires liées au système. Finalement, le système $f_0 = 0$, $f_1 = 0$, $f_2 = 0$ sera transformé en celui-ci :

$$(4) \qquad \begin{cases} (f) & h^2 - gg' - D = 0, \\ (\varphi) & g - \Delta g' - \delta = 0, \\ (\psi) & 2Bh - Cg' - E = 0, \end{cases}$$

les entiers $2B$, C et E étant sans diviseur commun.

» De même, un second système de trois relations singulières donnant naissance à la forme (F_0) pourra se réduire à

$$(5) \qquad \begin{cases} (f) & h^2 - gg' - D = 0, \\ (\varphi) & g - \Delta g' - \delta = 0, \\ (\psi') & 2B'h - C'g' - E' = 0, \end{cases}$$

et la question est de reconnaître si les systèmes (4) et (5) sont réductibles l'un à l'autre par une transformation du premier ordre.

» S'ils le sont, la transformation correspondante change respectivement f, φ, ψ en

$$\alpha f + \beta \varphi + \gamma \psi', \quad \alpha' f + \beta' \varphi + \gamma' \psi', \quad \alpha'' f + \beta'' \varphi + \gamma'' \psi',$$

$\alpha, \ldots, \gamma''$ désignant des entiers de déterminant ± 1 : les deux relations singulières

$$xf + y\varphi + z\psi = 0, \quad x(\alpha f + \beta\varphi + \gamma\psi') + y(\alpha' f + \ldots) + z(\alpha'' f + \ldots) = 0$$

ont donc même invariant, quels que soient x, y, z, c'est-à-dire qu'en posant

$$X = \alpha x + \alpha' y + \alpha'' z, \qquad Y = \beta x + \beta' y + \beta'' z, \qquad Z = \gamma x + \gamma' y + \gamma'' z,$$

les deux formes

$$(6) \qquad \begin{cases} Dx^2 + \delta xy + \Delta y^2 + B^2 z^2 + Cyz + Ezx \\ \text{et} \\ DX^2 + \delta XY + \Delta Y^2 + B'^2 Z^2 + C'YZ + E'ZX \end{cases}$$

sont identiques. En s'appuyant ici sur l'hypothèse $4D\Delta - \delta^2 = \Omega P$, et sur ce que la forme (F_0) n'a pas de transformation en elle-même (autre que les deux transformations évidentes), on arrive à démontrer qu'on a nécessairement

$$X = \varepsilon x + \alpha'' z, \qquad Y = \varepsilon y + \beta'' z, \qquad Z = \varepsilon z,$$

ε désignant ± 1. Par suite, $\alpha' = \beta = \gamma = \gamma' = 0$, $\alpha = \beta' = \gamma'' = \varepsilon$, c'est-à-dire que la transformation d'ordre *un* qui réduit l'un à l'autre les systèmes (4) et (5) change f et φ en εf et $\varepsilon\varphi$.

» Je détermine toutes les transformations qui jouissent de cette dernière propriété, et je trouve qu'elles remplacent le système (4) par le système analogue

$$h^2 - gg' - D = 0, \qquad g - \Delta g' - \delta = 0, \qquad 2B_1 h - C_1 g' - E_1 = 0,$$

où B_1, C_1, E_1 sont des fonctions linéaires et homogènes de B, C, E, fournies par des formules qu'il serait trop long de transcrire; on reconnaît dans ces formules celles qui donnent *certaines* transformations en elle-même de la forme ternaire indéfinie (en B, C, E)

$$(\mathcal{F}) \qquad (4D\Delta - \delta^2)B^2 - DC^2 + \delta CE - \Delta E^2,$$

qui est la moitié du discriminant de la première forme (6). D'une manière précise, si (Φ) est la réciproque de $(\mathcal{F})$, on sait que les transformations de $(\mathcal{F})$ en elle-même sont liées aux solutions propres en nombres entiers

de certaines équations du type

$$p^2 + \Phi(q, q', q'') = 2^h N,$$

N étant un diviseur du discriminant de la forme ($\mathfrak{F}$) et h un entier ne pouvant prendre que certaines valeurs en nombre limité, parmi lesquelles zéro. Les transformations que nous obtenons sont celles qui dérivent des solutions de l'équation

$$p^2 + \Phi(q, q', q'') = +1$$

et celles qui consistent à changer les signes de C et E sans changer celui de B; nous dirons, pour abréger, que ce sont les *transformations principales* de la forme ($\mathfrak{F}$) en elle-même.

» III. D'après cela, si l'on observe que deux formes, telles que (6), sont équivalentes dès qu'elles ont même discriminant, on arrive au résultat qui suit :

» Soit une forme (F_0), de discriminant 2ϖ; désignons par Ω le plus grand commun diviseur des coefficients de l'adjointe, et choisissons arbitrairement une forme binaire primitive (G_0), représentable proprement par (F_0), dont le déterminant soit de la forme ΩP, P étant premier et non diviseur de 2ϖ. Soit $G_0 = DX^2 + \delta XY + \Delta Y^2$; considérons toutes les solutions de l'équation en B, C, E :

$$B^2(4D\Delta - \delta^2) - DC^2 + \delta CE - \Delta E^2 = \varpi, \tag{7}$$

telles que 2B, C, E soient sans diviseur commun. D'une de ces solutions, on en déduit une série infinie d'autres, jouissant de la même propriété, par les formules qui donnent les transformations principales en elle-même de la forme ternaire (indéfinie) en B, C, E, qui constitue le premier membre de (7). Les solutions considérées de (7) se répartissent ainsi en un nombre limité de séries; choisissons arbitrairement une solution dans chaque série, et soient (B_1, C_1, E_1), (B_2, C_2, E_2), ..., (B_k, C_k, E_k) les solutions choisies.

» Cela posé, les systèmes de trois relations singulières, non réductibles l'un à l'autre par une transformation d'ordre *un*, qui donnent naissance à la classe de formes équivalentes à (F_0) se ramènent aux k types :

$$\left\{\begin{aligned} h^2 - gg' - D &= 0 \\ g - \Delta g' - \delta &= 0 \\ 2B_i h - C_i g' - E_i &= 0 \end{aligned}\right. \qquad (i = 1, 2, \ldots, k). \tag{8}$$

On ne regarde pas comme distinctes les solutions B, C, E et $-B$, $-C$, $-E$;

rappelons aussi que la forme (F_0) est supposée n'admettre aucune transformation en elle-même, autre que $x=\varepsilon x'$, $y=\varepsilon y'$, $z=\varepsilon z'$ $(\varepsilon=\pm 1)$.

» Si (F_0) admet d transformations en elle-même, et si elle ne peut représenter le nombre 1, on établit que les k types (8) sont réductibles, par des transformations du premier ordre, à $\frac{k}{d}$ d'entre eux; si (F_0) peut représenter 1, le même résultat subsiste, en faisant abstraction de certaines des transformations de la forme en elle-même.

» IV. Passons maintenant, comme dans la Note précédente, aux relations entre les modules de nos fonctions abéliennes, et employons la même représentation géométrique. A une classe de formes (F) correspond un groupe de $\frac{2k}{d}$ points distincts de l'espace, k et d étant les nombres définis au § III; si les formes (F) représentent un nombre N, la surface d'invariant 4N contient le groupe des points qui répondent aux formes, et réciproquement; de plus, s'il y a μ représentations, les points sont multiples d'ordre μ sur la surface. De même, si les formes (F) représentent de μ manières une forme binaire positive et primitive, la courbe algébrique qui répond à celle-ci admettra pour points multiples d'ordre μ les points qui répondent à la classe de formes, et réciproquement.

» Les trois surfaces d'invariants $4\Delta_0$, $4\Delta_1$, $4\Delta_2$, en supposant les Δ_i sans diviseur commun, se coupent, en dehors de courbes fixes, en autant de groupes de points qu'il y a de classes de formes (F) pouvant représenter proprement Δ_0, Δ_1 et Δ_2; et l'on a une proposition analogue pour les points communs à une surface hyperabélienne et à la courbe qui répond à une forme binaire positive et primitive. La détermination directe des degrés des surfaces et courbes envisagées ici conduira à d'intéressantes formules arithmétiques; peut-être pourrai-je revenir sur ce point. »

ÉNERGÉTIQUE. — *Étude expérimentale sur la dissociation des éléments constitutifs de la dépense énergétique des moteurs employés à une production de travail positif.* Note de M. **A. Chauveau.**

« La dépense énergétique des moteurs inanimés, rapportée aux fonctions distinctes qui ont été énumérées dans la Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1177), comporte une analyse expérimentale rigoureuse. En effet, les trois éléments de la dépense totale consacrée au travail de soulèvement des charges se prêtent à une dissociation complète, parce que

deux d'entre eux peuvent être étudiés et déterminés à l'état d'isolement absolu.

» J'appellerai d'abord l'attention sur l'instrumentation et la technique à mettre en œuvre dans les expériences. Toutes celles dont il sera question dans ce Travail ont été exécutées avec le concours de M. J. Tissot.

» Appareils. — Les moteurs électriques se prêtent seuls, quant à présent, à la réalisation des conditions expérimentales nécessaires, tout particulièrement en ce qui regarde l'étude de la dépense statique. C'est donc à l'un de ces moteurs que j'ai eu recours. La puissance et la dépense en étaient réglées à volonté par un rhéostat dont les combinaisons, extrêmement variées, suffisaient à tous les besoins.

» D'excellents instruments de mesure, voltmètre et ampèremètre très sensibles, permettaient d'apprécier rigoureusement la valeur de l'énergie électrique apportée au moteur et dépensée par ce moteur dans chaque condition expérimentale.

» Deux procédés ont été employés pour opérer, avec ce moteur électrique, des soulèvements de charges variées à des vitesses plus ou moins grandes.

» Dans l'un de ces procédés, l'arbre du moteur est conjugué bout à bout avec un autre arbre qui est, en quelque sorte, le prolongement du premier. On s'en sert pour l'enroulement ou le déroulement directs de deux fils suspenseurs qui se réfléchissent chacun sur une poulie en se terminant par un plateau léger, pourvu de guides, sur lequel se placent les poids à monter ou à descendre.

» Dans l'autre procédé, l'arbre du moteur, au lieu d'agir directement sur la charge, actionne un appareil intermédiaire pourvu de deux treuils à vitesse très réduite, permettant d'opérer lentement avec des charges beaucoup plus fortes. Ce procédé présente sur l'autre de grands avantages, entre autres celui de permettre d'atteindre plus facilement la constance du régime du moteur, partant celle de l'énergie dépensée dans chaque expérience.

» Le plateau ascendant, en l'un et l'autre cas, reçoit la charge avec laquelle on désire agir.

» Il se meut le long d'une règle verticale qui permet de mesurer la longueur des chemins parcourus. Des contacts à sonnerie électrique, fixés à cette règle, indiquent l'instant précis où commence et où finit le parcours de la charge. A l'aide d'un compteur chronométrique actionné juste au moment de la sonnerie initiale et de la sonnerie terminale, on mesure, à un cinquième de seconde près, la durée du parcours. On est ainsi en possession de tous les moyens de régler, avec quelques tâtonnements, la vitesse à imprimer à la charge déplacée.

» Technique. — *a. Procédé pour la détermination directe de la dépense statique, attachée à l'équilibration des charges.* — A l'aide des combinaisons du rhéostat, la puissance électrique fournie au moteur chargé est réglée de manière à l'amener exactement au seuil de l'entraînement. Il fonctionne alors comme un simple électro-aimant soutenant, en état d'immobilité ou d'équilibre, la charge suspendue à l'extrémité du fil enroulé sur l'arbre ou le treuil du système moteur. Dans ces conditions, la dépense électrique indiquée par les deux appareils de mesure représente sûrement la dépense spécialement consacrée à l'*équilibration simple du poids à soulever*, c'est-à-dire à la

neutralisation de l'action de la pesanteur. C'est là l'un des éléments constitutifs de la dépense totale, qu'il est le plus important et, dans une certaine mesure, le plus facile de se procurer.

» *b. Procédé pour la détermination directe de la dépense attachée à la création de la vitesse imprimée aux charges.* — Pour arriver à cette détermination, la fonction créatrice de la force qui imprime au déplacement des charges la vitesse dont elles sont animées doit être rendue indépendante des fonctions qui équilibrent ces charges ou leur font accomplir un certain parcours. On y arrive de la manière la plus simple : soit en supprimant toute charge sur l'un et l'autre plateau ; soit en mettant dans le plateau descendant une charge de valeur égale à celle qui est à étudier et à placer sur le plateau ascendant. Dans le premier cas, en effet, il n'y a plus rien à équilibrer ni à soulever. Dans le deuxième cas, il en est de même, parce que les deux charges, positive et négative, se neutralisent. Et alors, si l'on met le moteur en mouvement, la dépense indiquée par les appareils de mesure est exclusivement fonction de la *vitesse* qui est imprimée au moteur et que celui-ci communiquerait à la charge.

» Les résultats s'obtiennent parfois un peu péniblement, à cause de la difficulté qu'on peut éprouver à mettre le moteur en régime régulier dans un temps suffisamment court. Ils sont, du reste, presque identiques avec les deux procédés, quoique le frottement des arbres soit plus considérable quand ces arbres sont chargés.

» *c. Procédé pour la détermination indirecte de la dépense attachée à la production de la force vive que le travail mécanique accumule dans la charge soulevée.* — Pour arriver à cette détermination, il faut avoir en sa possession celle de la dépense totale qu'entraîne la production du travail positif. En retranchant de cette dépense totale, avec la correction dont il est question ci-après, la somme des deux dépenses partielles déjà indiquées, on obtient, par différence, la valeur de la dépense spéciale affectée à la création de la force vive ou du travail qui la représente. Or, la valeur de l'énergie électrique totale dépensée par le moteur, pendant l'exécution du travail positif, est toujours donnée avec une remarquable exactitude par les instruments de mesure électrique, à partir du moment où le moteur atteint son régime régulier, avec toute charge et toute vitesse d'entraînement qu'il y a lieu de choisir.

» *d. Dépenses stériles.* — Des trois dépenses partielles qui viennent d'être examinées, aucune n'est stérile, quoique la dernière seule se trouve représentée dans le travail extérieur. Mais les deux autres sont tout aussi *utiles* que la troisième, en ce sens qu'elles sont engagées dans la création des conditions, c'est-à-dire des forces, qui contribuent à l'exécution du travail extérieur. Les vraies dépenses stériles sont celles qui se produisent sans pouvoir être rattachées à cette production de travail extérieur et sans y participer en rien.

» Il importe de déterminer ces dépenses stériles, ou parasites, car elles tiennent une certaine place dans la question de la dissociation des éléments actifs de la dépense du moteur. Elles se répètent, en effet, à chaque détermination générale ou partielle des dépenses utiles et en modifient la valeur vraie.

» J'ai dit qu'avec mon dispositif expérimental il n'y a pas à tenir compte, tant elles sont faibles, des dépenses stériles qui peuvent être dues à l'influence que les variations de la charge exercent sur le frottement des arbres. La seule de ces dépenses qui ait de

l'importance est celle qu'exige la machine *employée à vide*, pour être amenée au seuil de l'entraînement.

» Cette dépense stérile absorbée par l'inertie des divers organes de l'appareil est toujours la même *pour les mêmes conditions instrumentales*. Elle modifie d'autant plus le rendement général de la machine que les dépenses utiles sont plus faibles. Dans les expériences faites avec mon outillage, le rapport de la dépense stérile à la dépense totale a varié de 0,87 à 0,06. Ainsi, 13 pour 100 seulement de l'énergie électrique étaient *utilement* dépensés dans le premier cas, et dans le second 94 pour 100. Ces chiffres montrent combien il importe de tenir compte de la dépense stérile dans les expériences comparatives.

» Cette dépense stérile se répétant deux fois, quand on détermine isolément la dépense attachée à l'équilibration de la charge et la dépense attachée à la création de la vitesse imprimée à son déplacement, elle doit être retranchée une fois de la somme de ces deux dépenses avant de faire servir cette somme au calcul de la valeur de l'énergie affectée à la création de la force vive contenue en puissance dans le travail mécanique effectué.

» Expériences. — Je ne citerai que des exemples pris dans la catégorie des expériences où la machine fonctionne avec réduction de la vitesse d'entraînement des charges. On en a fait deux séries rigoureusement symétriques quant au nombre des conditions étudiées et des expériences et quant à la valeur du travail mécanique produit dans chacune de ces expériences. Dans l'une des séries, le travail mécanique variait comme la charge, celle-ci étant animée d'une vitesse constante. Dans l'autre série, le travail mécanique variait comme la vitesse de déplacement de la charge, celle-ci conservant la même valeur.

» *Première série.* — Le chemin parcouru par la charge ($1^m,50$) a été constamment accompli en 60 secondes, et la valeur de la charge, régulièrement croissante, est passée de 10^{kg} à 20^{kg}, 30^{kg}, 40^{kg}.

» *Seconde série.* — La valeur de la charge soulevée a été constamment 10^{kg} et le parcours ($1^m,50$) de la charge s'est effectué avec une vitesse régulièrement croissante, c'est-à-dire en 60, 30, 20, 15 secondes : ce qui donne au chemin parcouru à la seconde les valeurs $0^m,025$, $0^m,050$, $0^m,075$, $0^m,100$.

» Les résultats sont présentés dans les graphiques ci-joints en cinq courbes indépendantes donnant en watts, à la seconde, la dépense d'énergie pour les diverses phases des quatre expériences de chaque série.

» *a.* Dépense totale du travail mécanique effectué.

» *b.* Dépense affectée à la création de la force équilibrante.

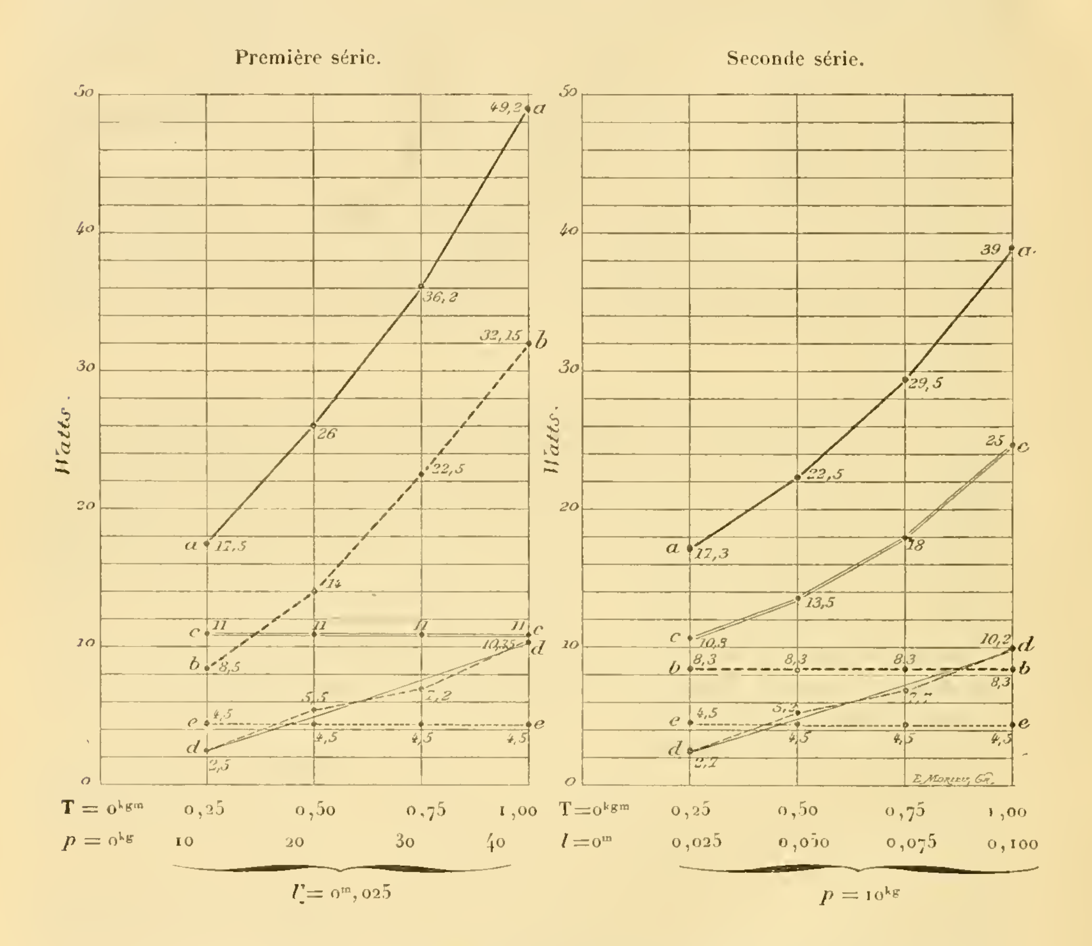
» *c.* Dépense affectée à la création de la force qui imprime à la charge la vitesse dont elle est animée.

» *d.* Dépense affectée à la création de la force vive accumulée à l'état potentiel dans le travail mécanique. Le trait continu, un peu incorrect dans la série I, représente la valeur propre du travail, et le trait discontinu la valeur énergétique de sa dépense, obtenue empiriquement en faisant la différence de la dépense totale et de la somme des deux autres dépenses partielles *b* et *c*.

» *e*. Dépense stérile.

» La valeur du travail à la seconde (T) et de ses facteurs (la charge *p* et le chemin parcouru *l*) est indiquée au bas des graphiques sur l'axe des abscisses.

» L'échelle des valeurs de la dépense à la seconde, en watts, s'élève à gauche parallèlement aux ordonnées.



» Pour compléter les renseignements fournis par ces graphiques, on a rassemblé et groupé méthodiquement tous les résultats qu'ils expriment dans le Tableau suivant, dressé de manière à faire ressortir le procédé employé pour obtenir, par différence, la valeur de l'énergie consacrée à la création de la force vive ou du travail extérieur. Cette valeur est indiquée en chiffres gras dans la colonne E. Par son rapprochement avec la colonne correspondante des valeurs du travail extérieur effectué, on peut juger du degré d'approximatiou avec lequel se révèle, dans ces expériences délicates, l'identité de la valeur du travail mécanique et de celle de l'énergie qu'il dépense en propre pour sa production.

	A.	B. Travail extérieur à la seconde.				C.	D. Somme des dépenses consacrées à l'équilibration et à la création de la vitesse imprimée au soulèvement				E.
	Numéros d'ordre.	1. Charge soulevée.	2. Chemin parcouru.	3. Énergie contenue dans le travail extérieur effectué.		Dépense totale provoquée par le travail à la seconde.	*a.* Part de l'équilibration.	*b.* Part de la création de la vitesse.	*c.* Dépense stérile, à déduire 1 fois.	*d.* Somme réelle à soustraire de C.	Énergie consacrée à la création de la force vive possédée par la charge soulevée.
		kg	m	kgm	watts	watts	watts	watts	watts	watts	watts
PREMIÈRE SÉRIE.	I..	10 ×	0,025 =	0,25 =	2,5	17,5 —	(8,5 +	11 —	4,5 =	15) =	2,5
	II.	20 ×	0,025 =	0,50 =	5	26 —	(14 +	11 —	4,5 =	20,5) =	5,5
	III.	30 ×	0,025 =	0,75 =	7,5	36,2 —	(22,5 +	11 —	4,5 =	29) =	7,2
	IV.	40 ×	0,025 =	1,00 =	10	49,2 —	(32,15 +	11 —	4,5 =	38,65) =	10,35
SECONDE SÉRIE.	I..	10 ×	0,025 =	0,25 =	2,5	17,3 —	(8,3 +	10,8 —	4,5 =	14,6) =	2,7
	II.	10 ×	0,050 =	0,50 =	5	22,5 —	(8,3 +	13,5 —	4,5 =	17,3) =	5,2
	III.	10 ×	0,075 =	0,75 =	7,5	29,5 —	(8,3 +	18 —	4,5 =	21,8) =	7,7
	IV.	10 ×	0,100 =	1,00 =	10[1]	39 —	(8,3 +	25 —	4,5 =	28,8) =	10,2

» Conclusion. — Les expériences qui viennent d'être exposées justifient pleinement les propositions dont elles avaient servi à vérifier l'exactitude. Il en résulte que, dans les moteurs inanimés, comme dans les moteurs animés, l'énergie dépensée pendant les périodes d'activité se répartit entre plusieurs fonctions toutes également *nécessaires* à la production du travail positif résultant du soulèvement des charges. Chaque part de dépense appartenant respectivement à chacune de ces fonctions peut être aisément isolée, ce qui permet de se rendre compte des lois qui règlent le rendement vrai de la dépense énergétique totale en *travail mécanique*. »

ASTRONOMIE. — *Distribution moyenne des images stellaires dans les clichés de la Carte du Ciel, obtenus à l'Observatoire de Toulouse.* Note de M. **B. Baillaud**, présentée par M. Lœwy.

« Le numéro des *Monthly Notices* du 11 avril 1902 renferme une étude de M. Turner sur la distribution moyenne des étoiles dans les clichés de la Carte du Ciel obtenus à Oxford, dans les épreuves publiées par les observatoires français et par l'Observatoire de San Fernando.

» Les résultats obtenus par M. Turner confirment les prévisions antérieures. Au reçu de son article, je me suis fait remettre les statistiques faites

(1) Chiffres un peu majorés, le kilogrammètre, pour simplifier, étant estimé valoir 10 watts.

avec le plus grand soin, sous le contrôle de M. Montangerand, des étoiles contenues dans les clichés et dans les Cartes de Toulouse. J'ai résumé les statistiques des diagonales de 42 clichés. J'obtiens, en allant d'un angle au centre, les nombres d'étoiles suivants :

155, 205, 251, 292, 353, 405, 477, 489, 501, 551, 523, 475, 474.

» Le maximum est près du centre, plus près du centre que du bord. Il y aura vraisemblablement lieu de modifier légèrement la mise au point de façon à reporter ce maximum un peu plus loin du centre, mais sans aller trop près du bord, ce qui ferait perdre en nombre sensible les meilleures images.

» Les quatre premiers nombres concernent des carrés situés en dehors du cercle de 1° de rayon ayant pour centre le centre du cliché. Le cinquième carré est à moitié en dehors de ce cercle. L'uniformité approximative du champ est donc sensiblement obtenue dans ce cercle, mais il y a une décroissance rapide en dehors.

» Les clichés de la série paire assureront l'uniformité des résultats et l'excellence des images.

» Les résultats ci-dessus se manifesteront sur les clichés du Catalogue comme sur ceux de la Carte. Nous aurons, dans les deux séries, un grand nombre d'étoiles ne venant qu'une fois.

» Si l'on tient compte de ce que les poses de 2 minutes $\frac{1}{2}$ donnent des étoiles bien au delà de la grandeur 11, aussi bien que les poses de 5 minutes, on peut penser que, même dans la mise au point actuelle de Toulouse, les onzièmes photographiques viendront généralement, même dans les angles des deux séries.

» Je fais procéder au résumé complet des statistiques de tous les clichés de Toulouse publiés jusqu'ici (une centaine environ). Je pourrai l'envoyer prochainement à l'Académie. »

MÉCANIQUE. — *La viscosité au voisinage de l'état critique.* Note de M. P. Duhem.

« Les considérations développées dans notre Note précédente [1] cessent d'être valables si la quantité que nous avons désignée par $F(\rho, T)$

---

[1] *Sur les fluides compressibles visqueux* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 12 mai 1902, p. 1088).

prend de très grandes valeurs; or, cette quantité devient infinie lorsque ρ et T deviennent la densité et la température critiques; nos conclusions doivent donc être modifiées pour un fluide pris au voisinage de l'état critique.

» Gardons les notations de la Note précédente et supposons qu'en tout point du fluide et à tout instant T soit assez voisin de la température critique, ρ et ρ' assez voisins de la densité critique, pour que $F(\rho', T)$ soit très grand par rapport à $\frac{1}{\lambda(\rho, T)}$.

» Dès lors, à des valeurs finies de $(\rho - \rho_0)$, l'égalité (3) de la Note précédente fera correspondre de très petites valeurs de $\frac{d\rho}{dt}$; *la densité d'un élément varie avec une extrême lenteur, bien que sa valeur diffère notablement de la valeur qui conviendrait à l'équilibre dans les conditions de température et de pression où se trouve cet élément.*

» Dans ces conditions, on peut observer le fluide à l'*état de quasi-équilibre;* en un tel état, les composantes de la vitesse sont très petites en chaque point et à chaque instant; cependant, la densité en ce point et à cet instant diffère notablement de celle que l'équation de compressibilité ferait correspondre à la température et à la pression qui règnent en ce point et à cet instant.

» Dans un *état de quasi-équilibre*, la densité a sensiblement la même valeur en tous les points d'une même surface de niveau; d'une surface de niveau à une autre, elle varie d'une manière quelconque.

» *Un tel état n'est pas permanent;* la densité de chaque élément fluide varie très lentement jusqu'à ce qu'on ait, en tout point, $\rho = \rho_0$.

» Au lieu d'observer le système à l'état de quasi-équilibre, on peut l'observer animé d'un mouvement sensible; la densité de chaque élément matériel varie avec une extrême lenteur; si l'on considère deux instants t, t', qui ne sont pas très éloignés l'un de l'autre, un même élément matériel a sensiblement même densité à l'instant t et à l'instant t'.

» Les équations qui définissent alors le mouvement du système ont exactement la même forme que celles qui traduisent un autre problème, physiquement très différent; celui-ci peut donc servir à illustrer celui-là. Voici quel est ce nouveau problème :

» Dans un fluide incompressible, un corps est dissous; la concentration a, pour les divers éléments matériels, des valeurs très différentes et, comme la densité est fonction de la concentration, il en est de même de la densité. On suppose que le corps dissous se diffuse dans le dissolvant avec

une extrême lenteur; si l'on désigne par s la concentration qui correspond à un élément déterminé du dissolvant, $\frac{ds}{dt}$ aura, pour cet élément, une très petite valeur; il en sera de même de $\frac{d\rho}{dt}$.

» Tous ceux qui ont observé, au sein d'un fluide, les stries et les traînées qui se manifestent au voisinage du point critique; qui ont observé également les mouvements qui se produisent au sein d'une solution liquide de concentration très peu uniforme, ont pu remarquer l'extrême ressemblance de ces deux ordres de phénomènes; l'analyse précédente précise cette analogie.

» Si les composantes γ_x, γ_y, γ_z de l'accélération prennent de très grandes valeurs, $\frac{d\rho}{dt}$ ne demeure plus, en général, très petit; cette remarque permet de rendre compte de l'effet produit par le mouvement d'un agitateur au sein d'un fluide voisin de l'état critique.

» Les considérations précédentes nous paraissent rendre un compte satisfaisant des particularités que présentent les fluides au voisinage de l'état critique; ces particularités ont été étudiées par un grand nombre d'observateurs, notamment par MM. Cailletet et Colardeau, par M. de Heen, par le prince Boris Galitzine, par M. Gouy, par M. F.-V. Dwelshauwers-Déry, par M. J. Wilip.

» Dès 1898, nous avions indiqué ([1]) le principe de l'explication précédente; mais nous avions cru devoir supposer que $\lambda(\rho, T)$ était infini en l'état critique; cette hypothèse n'était pas utile. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Travaux magnétiques autour du massif central de Madagascar.* Note du P. Colin.

« D'immenses éruptions volcaniques se produisirent jadis dans le massif élevé de l'Ankaratra, qui est situé au centre de Madagascar. L'activité éruptive s'y manifeste encore de nos jours, mais sous la forme de nombreuses sources thermales et par de fréquents tremblements de terre.

» Aux mois de septembre et octobre 1901, exécutant en cette région les levés géodésiques et astronomiques dont j'ai entretenu l'Académie dans une Note précédente, il m'a paru intéressant d'y ajouter aussi l'étude des éléments magnétiques.

([1]) *Traité élémentaire de Mécanique chimique, fondée sur la Thermodynamique,* t. II, p. 163; Paris, 1898.

» Dans ce but, j'ai déterminé, avec les instruments de Brunner, la déclinaison en 35 stations, l'inclinaison en 24 et l'intensité en 25 de ces mêmes points. Le méridien géographique a été obtenu astronomiquement



par un total de 367 distances zénithales du soleil ou d'une étoile, et par autant de lectures sur le cercle azimutal du théodolite, soit une moyenne approximative de dix azimuts à chaque station.

Observations magnétiques.

Lieu.	Date. Septembre 1901.	Heure.	Altitude.	Déclinaison NW.	Inclinaison.	Intensité. Unités C.G.S.	Station.	Nature du terrain.
Andramasina	10	5h à 5h30m	1391	9°.25′.42″	″ ″ ″	″	En dehors du village; près du cimetière.	Argile rouge mêlée d'humus.
Ahi mahavony	11	9h50m à 10h30m	1551	14.48.18	″ ″ ″	″	Sur un plateau; près d'un tombeau.	Argile rouge.
Antanamalazakely	11 et 12	4h30m; 8h20m	1713	10.22.18	54.42.52	″	Sur une roche: au milieu du plateau.	Argile mêlée d'humus; roches granitiques.
Tsinjoarivo	12	3h à 7h	1577	10.39. 0	54.40.30	0,25152	Mil. de la cour; anc. palais.	Argile couleur rose.
Sarobaratrakely	13	3h	1732	10.51.16	″ ″ ″	″	Près d'un tombeau, emblèmes idolâtriques.	Terrain quartzeux, aurifère, contenant du fer.
Antsiriribé	14	3h30m à 5h	1610	11. 4.17	″ ″ ″	0,25069	Au N du village; au bout d'une allée.	Argile rouge.
Ambatolampy	15	4h à 6h	1599	10.49.40	54.45. 6	0,25161	Sur la place; près l'administration.	Argile; à l'W, grosses roches granitiques.
Andraraty	17	10h à 1h	1627	10.28.24	54.33.53	0,25062	Près du fossé SW du village.	Argile rouge.
Tsiafajavona	18	10h30m à 12h	2633	3.15.48 NE	47.45.15	″	Sommet; près du signal géodésique.	Roches volcaniques (Néphélinite basaltique, influent sur l'aimant.
Morarano	19	12h à 4h	1649	11. 5.58	54.54.47	0,25066	Près de l'église catholique.	Argile rouge.
Antanifotsy (Est)	20	1h à 4h	1614	10.36.43	54.50.25	0,24944	Sur un plat., près de l'égl.	Argile rouge.
Betampona	21	12h à 4h	1790	10.48.49	55.18.15	0,24724	Sur un plateau NW du village.	Arg. rouge; au N, roches à texture celluleuse.
Soandrarina	22	11h à 2h	1821	12.49.34	56.22.50	0,24339	Près d'un tomb., W du vil.	Argile couleur grise.
Vontovorona	23	8h à 12h	2056	10.32.10	50.14.31	0,24633	Sommet; près du signal géodésique.	Ancien volcan à forme conique. Trachyte phonolitique, peu magnétique.
Ahi dranandriana	23	3h30m à 4h	1610	12. 8 52	″ ″ ″	″	Au N du village.	Terrain d'alluvion; marne, quartz.
Antsirabé	24	11h à 3h	1528	11.14.36	55.38.30	0,24732	Milieu jardin mission catholique.	Argile jaunâtre; sol d'origine volcanique.
» (Eaux therm.)	25	7h à 7h30m	1500	11.23.38	″ ″ ″	″	Dans la cuvette N des eaux thermales.	Trachytes, basaltes, concrétions calc.; tourbe.
Betafo	25 et 26	5h; de 7h à 9h	1378	11.44.18	55.47.43	0,24318	Sur la place; 200m N mission catholique.	Terrain volcanique; pouzzolane.
Iavoko	26	3h30m à 4h	1837	12. 3.56	″ ″ ″	″	Au sommet; sur un petit tertre.	Anc. volcan ébréché; à l'E, fortes coulées de lave. (Scories basaltiques.)
Antanifotsy (Ouest)	28	7h à 10h	2027	10.41.24	55. 0.37	0,24812	A 500m E du village.	Arg. coul. rose; à l'W, roches volc. (basalte très altéré, peu magnétique).
Manarilefona	28	3h30m à 4h40m	2080	10.52.35	″ ″ ″	0,24890	A 100m W du village.	Arg. jaunâtre; à l'E, massif rocheux.
Tokotanitsara	29	9h à 9h40m	2272	38.18.36	″ ″ ″	″	A 2m versant E du plateau.	Terrain volcanique. Scorie basaltique, magnétique.
Belamosina	29 et 30	3h à 4h; 7h	2079	11.48.31	55.23.15	0,25202	A 100m S du village.	Argile rouge; aux environs, pierres brûlées.
Tsarazafy	30	10h à 12h	1937	12.21.12	53.11.37	0,24845	A 60m NE du village, sur un éperon.	Cratère-lac entouré d'anc. volc.; trachyte augitique, magn., quartz: arg. jaune.

Observations magnétiques (suite).

Lieu.	Date Octobre 1901.	Heure.	Altitude.	Déclinaison NW.	Inclinaison.	Intensité Unités C.G.S.	Station.	Nature du terrain.
Faratsio	1	12^h à 4^h	1798^m	11°. 4'.37"	54°.51'.20"	0,25033	Dans un champ S de l'église catholique.	Argile coul. grise; quartz.
A^{hi} poloalina	2	9^h à 10^h	2100	15.35.43	" " "	0,19337	Près du sign. géodésique.	Terre noirâtre; trachyte phonolitique, magnét.; pierres brûlées; quartz; au NW, lignite.
Audakandrano	3	7^h à 7^h30^m	1533	10.46.50	" " "	"	A 150^m NW du village.	Arg. rouge très micacée; quartz.
Dango	3	9^h à 10^h30^m	1795	14.54.25	" " "	0,24512	Sommet E du massif, près d'une pierre.	Massif montagneux avec 4 lacs.
Ramainandro	3	3^h à 5^h	1457	11. 5.13	54.31. 7	0,24984	Au-dessus du village, sur le versant E; au bas du jardin du gouverneur.	Terre coul. blanche; roches granit., quartz; dans la vallée, eaux thermales, bombe volcaniques.
Soavinandriana	4 et 5	4^h à 5^h45^m; 7^h	1613	10.40.19	55.32.50	0,24655	Au milieu de la place N du village.	Pouzzolane; basalte limburgitique, magn.; à 6^{km} S et W, anc. volcans; 12^{km}, eaux therm.; fréq. tremblements de terre.
Ambasy	5	12^h à 2^h	1709	11.43.12	" " "	0,24388	Au sommet, près d'un tas de pierres.	Anc. volc. forme conique; scorie basaltique, magn.
Ampefy	5 et 6	4^h à 5^h; 7^h	1268	9.25.38	54.57.55	"	Près de la porte N du village.	Terrain d'alluvion, sur les bords du cratère, lac Itasy.
A^{hi} miangara	6	2^h à 3^h	1868	10.32.12	" " "	0,25358	Près du sign. géodésique.	Sol couvert de fragments de quartz. Micaschiste très altéré, non magnét.
Miarinarivo	6 et 7	5^h à 6^h; 7^h30^m	1379	10.30.34	53.51.37	0,25236	Jard. de la mission cathol.	Argile rougeâtre.
Sohamanina	7	11^h à 11^h30^m	1436	" " "	58.55.45	"	Sur le grand chemin, SE du village.	Argile rouge; 1^{km} S et E, minerais de fer abond.
Arivonimamo	7 et 8	5^h; de 7^h à 8^h	1404	9.56.19	53.45.47	0,25604	Dans un champ, 100^m N de l'École normale catholique.	Argile rouge; 1^{km},500 à E, massif granitique d'A^{hi} mpanompo; environs, pierres volcaniques.
Tananarive (Observ.)	16 et 19	12^h; de 8^h à 9^h	1403	10.19.54	53.56.17	0,25779	Nouveau pilier magnét.	Argile rouge; banc de gneiss.

» Signalons deux détails. Dans les calculs de la composante horizontale, nous avons apporté une modification à la constante instrumentale, d'après une nouvelle valeur qui nous a été obligeamment fournie par M. Moureaux. De plus, à cause des difficultés du voyage avec une caravane, et afin d'opérer plus rapidement, j'ai observé la déclinaison avec un seul barreau, l'inclinaison avec une seule aiguille et l'intensité à la première et plus courte distance.

» Les résultats de tous ces travaux se trouvent consignés dans le Tableau ci-dessus. La Carte qui l'accompagne représente les points précis des stations et la direction de la boussole de déclinaison en chaque lieu. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les caractères crâniens et les affinités des* Lophiodon. Note de M. **Ch. Depéret**.

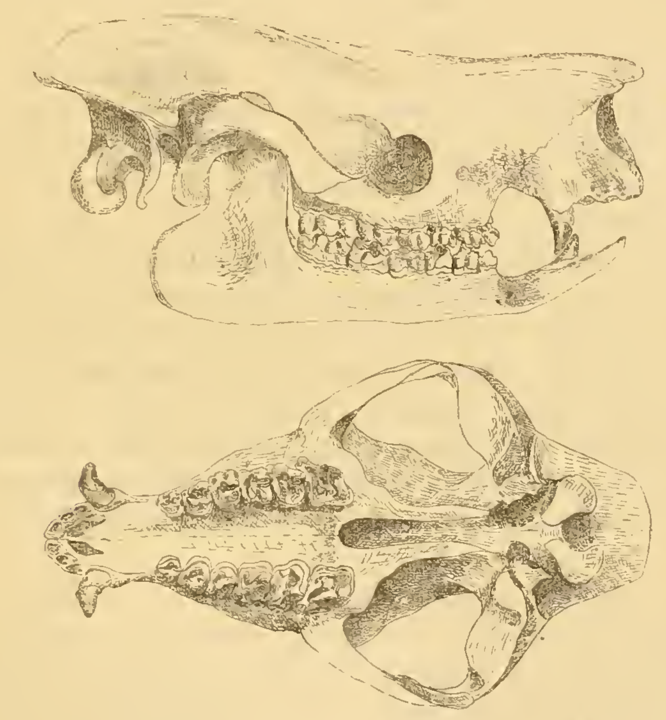
« Le genre *Lophiodon* est le Pachyderme le plus remarquable du milieu des temps Éocènes. Il a vécu fort longtemps à travers la durée des étages *Sparnacien, Yprésien, Lutétien* et *Bartonien,* sans subir d'autres modifications importantes que des variations de grandeur allant de celle d'un fort Rhinocéros à celle d'un Tapir.

» La dentition des *Lophiodon* est bien connue et présente avec celle des Tapirs des analogies de structure qui les ont toujours fait rapprocher de cette famille. Mais les caractères et les affinités ostéologiques sont encore une énigme pour beaucoup de points. H. Filhol, dans son beau Mémoire sur les *Vertébrés fossiles d'Issel,* a décrit la structure des grands os des membres; mais il n'a pu, faute de documents, faire connaître les caractères crâniens et encore moins la structure des pattes. Le seul crâne connu jusqu'à ce jour est celui d'une grande espèce (*L. Cuvieri*) découverte à Jouy par M. Munier-Chalmas; mais l'état de conservation de cette pièce est si défectueux que Filhol n'a pu en tirer rien de précis sur la forme et les caractères de la tête.

» J'ai eu l'occasion de faire, à deux reprises, des fouilles dans un gisement riche en *Lophiodon,* situé au pied méridional de la Montagne-Noire, dans la région du Minervois, près du village de la Livinière (Hérault). Le gisement, qui m'a été signalé par mon confrère et ami M. Jean Miquel, se trouve au lieu dit *Gourg d'Alaric,* sur les berges du ruisseau de l'Ognon, qui sont entaillées dans des limons bariolés alternant avec des bancs de grès siliceux très durs; c'est une formation fluvio-terrestre, appartenant aux derniers temps de l'Éocène moyen (étage *Bartonien*).

» Mon habile préparateur, M. Laurent Maurette, a su extraire de ces limons une magnifique série de Vertébrés fossiles de divers genres, parmi lesquels domine un *Lophiodon* de petite taille, décrit par Filhol sous le nom de *L. leptorynchum*, d'après quelques fragments de mandibule trouvés autrefois dans les grès de la même région, près de Cesseras. J'ai pu obtenir de ce gisement six crânes de *Lophiodon*, dont trois absolument entiers ; ces documents m'ont permis de faire une étude précise des caractères crâniens de ces animaux et une comparaison avec les formes plus ou moins affines qui ont précédé ou suivi les *Lophiodon* dans les temps géologiques.

» Je fais reproduire ici un dessin au trait de la tête du *Lophiodon*, vue de profil et par-dessous.



Lophiodon leptorynchum Filhol, Éocène du Minervois : au $\frac{1}{6}$ de grandeur naturelle.

» Ce qui frappe tout d'abord, c'est la forme du museau épais, cylindroïde et même légèrement renflé ; les os nasaux, bien développés, largement soudés aux maxillaires, ne laissent qu'une échancrure naso-maxillaire très peu profonde, n'atteignant pas le niveau du bord antérieur de la canine. Ce museau est très différent de celui des Tapirs, avec ses os nasaux très réduits et son énorme échancrure naso-maxillaire, laissant place à

une trompe charnue. Le *Lophiodon* était donc dépourvu de trompe et n'avait sans doute qu'un petit groin obtus.

» D'autres différences non moins inattendues avec les Tapirs se montrent dans les autres régions du crâne : la région frontale du *Lophiodon* est large et régulièrement bombée, doucement abaissée sur les côtés; le Tapir a un front tout à fait atrophié, formant sur la ligne médiane un étroit méplat triangulaire, d'où divergent deux gouttières profondes pour l'insertion de la base de la trompe. La région occipitale est courte dans le Tapir, à tel point que le plan occipital postérieur est vertical et n'atteint pas l'aplomb des condyles qui font saillie en arrière de la tête. L'occiput du *Lophiodon* est allongé et constitue une visière occipitale qui dépasse beaucoup l'aplomb des condyles. Le crâne postérieur du *Lophiodon* présente, dans son ensemble, une étonnante analogie de structure avec celui des Rhinocéros primitifs ou *Accrotherium :* on retrouve, chez ces derniers, la visière occipitale, la crête sagittale élevée, et surtout les deux crêtes latérales qui divergent de l'occiput pour limiter en dessous la fosse temporo-pariétale et rejoindre le bord supérieur de l'arcade zygomatique.

» La face inférieure du crâne offre aussi de grandes différences avec les Tapirs: dans ces derniers, les trous palatins antérieurs sont très grands et réunis en un seul, au lieu d'être petits et séparés par une bride osseuse médiane comme chez le *Lophiodon* ; l'ouverture postérieure des fosses nasales est très large dans le Tapir, étroite et serrée dans le *Lophiodon*; la surface articulaire de la mâchoire est moins grande dans le Tapir et plus délimitée en arrière par une apophyse mastoïde pincée et recourbée; dans le *Lophiodon*, la surface articulaire s'étend plus largement en arrière et se trouve moins bridée par une apophyse mastoïde obtuse et non recourbée en avant.

» Dans l'ensemble, on peut dire que le crâne du *Lophiodon* est beaucoup plus éloigné de celui du Tapir qu'on n'aurait pu le soupçonner d'après les ressemblances de la dentition, et qu'il montre plus de tendance à se rapprocher du crâne des Rhinocéros, dont les molaires ne manquent pas non plus d'affinités de structure avec celle des *Lophiodon*.

» Mais il importe de constater que le *Lophiodon leptorynchum*, bien qu'il soit vraisemblablement le dernier des *Lophiodon*, *ne nous montre nullement un passage graduel* soit vers les Rhinocéros, soit moins encore vers les Tapirs. Les *Lophiodon* ne sont donc les ancêtres directs d'aucune de ces deux familles; ils représentent un rameau spécial, éteint sans laisser de descendants. Les trois familles des *Lophiodon*, des Rhinocéros

et des Tapirs sont trois rameaux parallèles, assez étroitement apparentés, qui se rattachent sans doute à quelque ancêtre commun inconnu de l'Éocène inférieur ou peut-être des temps secondaires.

» Il est assez difficile, en l'état actuel, de signaler antérieurement à l'époque des *Lophiodon* des formes animales ayant avec lui des caractères de parenté. En ce qui concerne la dentition, l'*Heptodon* de l'étage de Wasatch montre des affinités très grandes avec le *Lophiodon*; mais les caractères du crâne sont moins inconnus.

« Parmi les types dont le crâne a été découvert, je ne trouve d'autre rapprochement à signaler qu'avec le crâne du *Coryphodon*, animal qui appartient pourtant à un tout autre groupe, à l'ordre des *Amblypodes*. J'indiquerai comme caractères communs aux deux types : la forme dilatée du museau en avant, la disposition des incisives en ogive, la petitesse et le dédoublement des trous palatins antérieurs, l'étroitesse des fosses nasales postérieures, la largeur remarquable de la surface glénoïde de l'articulation maxillaire, la force et l'écartement des arcades zygomatiques, etc. On retrouve même, dans la forme triangulaire des incisives et dans la structure *lophodonte* des molaires inférieures, des analogies de structure dentaire, qui ne se poursuivent pas, il est vrai, dans la dentition supérieure très spéciale du *Coryphodon*. Peut-être une partie de ces ressemblances peuvent-elles s'expliquer par une communauté *archaïque* de caractères chez tous les Ongulés anciens; mais il n'est pas interdit d'y voir des traces de parenté ancestrales entre deux groupes aujourd'hui bien séparés et réunis autrefois, conformément à l'opinion déjà exprimée par Cope, par quelque type primitif inconnu, ancêtre commun des Pachydermes et des Amblypodes. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *Nordenskiöld*. Cette Commission doit comprendre trois Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, trois Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, et le Président actuellement en exercice.

MM. **Berthelot**, **Darboux**, **Lœwy**, **de Lapparent**, **Mascart**, **Troost** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Marès*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. E. Laurent obtient	. . . .	43 suffrages
M. Salmon »	. . . .	3 »
M. Godlewski »	. . . .	1 »

M. **E. Laurent**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

M. **Bouquet de la Grye** présente à l'Académie, au nom de M. *José Nunez Belfort Mattaz*, chef du Service météorologique de la Mission géologique et géographique de S. Paulo (Brésil), une Carte-index de cette province.

Le réseau de triangulation de premier ordre y est indiqué; il s'appuie sur trois bases. Sept Cartes grand aigle au $\frac{1}{100000}$ accompagnent la Carte-index et donnent les hauteurs au moyen de courbes.

Ce levé est fait avec un très grand soin et fait grand honneur aux membres de la Commission qui est dirigée par M. Orville A. Derby.

ASTRONOMIE. — *Sur la constitution des nébuleuses.* Note de M. Charles Nordmann, présentée par M. Janssen.

« J'ai récemment montré que l'hypothèse d'un rayonnement électromagnétique du Soleil (hypothèse déduite logiquement de la théorie électromagnétique de la lumière et des données de l'analyse spectrale) paraît de nature à expliquer simplement divers phénomènes célestes et météorologiques.

» Il semble que, si l'on quitte les limites du système solaire, la considération d'un même rayonnement appliqué aux autres étoiles permette d'envisager d'une manière relativement simple les extraordinaires apparences des nébuleuses.

» Je me propose de rappeler brièvement aujourd'hui les vues que j'ai

émises récemment à ce sujet ([1]), et de présenter ensuite à l'Académie quelques objections que me paraît soulever l'explication, proposée par M. Deslandres, des mêmes phénomènes :

» I. On attribue généralement, pour diverses raisons, aux nébuleuses une température très basse, ce qui indique que leur luminescence doit, très probablement, être d'origine électrique. Les raisonnements suivants expliquent les aspects si divers des nébuleuses (nébuleuses en spirale, à condensation centrale, annulaires, etc.) par la simple considération des différences de densité qui doivent se produire dans les masses gazeuses de matière nébulaire, sous l'influence de la gravitation et des mouvements de rotation et autres auxquels peuvent être soumises ces masses. A l'état d'équilibre normal, qui n'est réalisé qu'exceptionnellement, celles-ci prennent une forme circulaire et telle que, par suite de la gravitation, la densité du gaz va en décroissant du centre à la périphérie. Sous l'influence des ondes hertziennes rayonnées dans l'espace par les étoiles, suivant mon hypothèse, les nébuleuses s'illuminent électriquement. Mais elles s'illuminent inégalement dans les diverses parties de leur masse; on sait, en effet, que, dans l'illumination des gaz raréfiés par les oscillations électriques, il existe une *pression critique* pour laquelle la luminescence est la plus grande possible, tandis qu'elle est beaucoup moins vive pour des pressions plus grandes ou plus petites. Selon que la pression au centre de la masse nébulaire précédemment considérée est voisine de cette expression critique, ou plus grande, on aura une nébuleuse à condensation lumineuse centrale (c'est le cas, notamment, de la plupart des nébuleuses planétaires) ou une nébuleuse à condensation lumineuse annulaire (nébuleuse de la Lyre, du Cygne, etc.).

» Mais ce cas d'équilibre normal de la masse nébulaire n'est réalisé que rarement et, en général, sous l'influence de simples différences de vitesse entre deux filets contigus de matière, il doit se produire, comme l'a montré M. Faye ([2]), un mouvement tourbillonaire lent de la nébuleuse. Par suite d'un pareil mouvement cyclonique, et sous l'influence combinée de la gravitation et de la force centrifuge, les zones gazeuses qui possèdent la pression critique et qui sont, en même temps, les zones de la plus grande illumination, affectent des formes en spirale. C'est ce qu'on observe dans les nébuleuses des Chiens de chasse, d'Andromède, de la Grande

---

([1]) Voir *Revue générale des Sciences*, 30 avril 1902, p. 387.
([2]) FAYE, *Sur l'origine du Monde*, p. 182, 185, etc.

Ourse, etc., et d'une manière générale dans la plupart des nébuleuses, comme le rappelait récemment M. Deslandres, et comme M. Roberts l'avait signalé bien antérieurement ([1]).

» Les considérations qui précèdent ont nécessairement un caractère hypothétique comme tout ce qui concerne notre connaissance des nébuleuses, et elles doivent être acceptées avec toute la réserve que commande un sujet aussi mystérieux à tant d'égards. Néanmoins, elles m'ont paru n'être pas indignes d'être soumises à l'Académie comme rendant mieux compte que d'autres théories de la plupart des apparences observées, et comme ne s'appuyant que sur des données précises de la Physique et de la Mécanique.

» II. Dans une Note intéressante, présentée à l'avant-dernière séance de l'Académie, M. Deslandres essaie d'appliquer à l'explication des nébuleuses l'hypothèse d'un rayonnement cathodique des astres, hypothèse émise avec la plupart de ses conséquences dès 1881 par Goldstein, et que lui-même a reprise depuis ([2]). Après avoir rappelé la généralité de la structure en spirale dans les nébuleuses, il rappelle son opinion que « la » forme spirale des nébuleuses implique une force répulsive émanée du » noyau », et émet l'hypothèse que cette force répulsive est due à un rayonnement cathodique intense émané du noyau, et qui produirait en même temps la lumière des nébuleuses. M. Deslandres appuie cette hypothèse sur le fait que, d'après lui, ce noyau, comme aussi la nouvelle étoile de Persée, a un spectre ultra-violet relativement intense. Cette explication soulève, semble-t-il, quelques objections nécessaires :

» 1° On ne voit pas *a priori* pourquoi, du fait que le noyau des nébuleuses émettrait un spectre ultra-violet relativement intense (et il semble que, d'ailleurs, ce n'est pas le cas pour la plupart des nébuleuses) et surtout du fait que la Nova de Persée possède un pareil spectre, il résulterait que le noyau des nébuleuses doit émettre des rayons cathodiques intenses. Les nébuleuses sont en effet gazeuses et, s'il a été prouvé par Lénard que les rayons ultra-violets, en frappant les corps solides, produisent dans certaines conditions une émission secondaire cathodique, rien de pareil n'a été démontré pour les gaz;

» 2° Si même on admettait que du noyau des nébuleuses émanent des

---

([1]) Roberts, *Photographs of nebulæ*, 1893.

([2]) Goldstein, *Eine neue Form electrischer Abstossung*, 1880. — Deslandres, *Rapport sur l'éclipse de* 1893; 1896.

rayons cathodiques, rien ne prouve que ces rayons devraient exercer une répulsion sur les masses gazeuses placées devant eux. On n'a jamais constaté expérimentalement que les rayons cathodiques puissent exercer sur les gaz des actions mécaniques comparables à celles qu'ils produisent sur les obstacles solides;

» 3° Si l'on admettait enfin que de pareilles actions puissent se produire, ces effets répulsifs des rayons cathodiques (effets très énergiques, comme l'a montré Crookes), s'exerçant sur des particules gazeuses de très faible inertie, devraient chasser celles-ci avec des vitesses énormes et comparables à celle des rayons cathodiques eux-mêmes; les zones lumineuses des nébuleuses devraient présenter des formes radiales, et non des spires, celles-ci ne pouvant, dans ce cas, se produire que si la répulsion cathodique était combinée avec une rotation extrêmement rapide de la nébuleuse, rotation que n'ont jamais pu constater les observateurs.

» Il est plus simple de supposer que la force répulsive qui agit dans ces nébuleuses est simplement la force centrifuge, qui, combinée comme nous l'avons vu ci-dessus avec une rotation lente, suffit à expliquer les apparences observées, et cela sans qu'il soit besoin de faire intervenir des forces dont l'existence et les effets mêmes sont hypothétiques. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Rapprochement entre les épreuves de la couronne solaire de l'éclipse totale du* 18 *mai* 1901 *et les photographies de la chromosphère entière du Soleil, obtenues le même jour à Meudon.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Janssen.

« Je signale un rapprochement curieux et utile qui a été fait récemment entre les épreuves de la couronne solaire du 18 mai 1901 à Sumatra et les épreuves de la chromosphère entière du Soleil obtenues à Meudon au même moment. L'idée première de ce rapprochement vient de Perrine, qui a observé l'éclipse totale à Padang (Sumatra) comme chef de la mission envoyée par l'Observatoire Lick. Le résultat est intéressant, puisqu'il conduit à préciser le lien qui unit les rayons de la couronne aux régions caractéristiques de la chromosphère et de la photosphère (flammes faculaires, facules, taches).

» Dans une première Note (*Bulletin de l'Observatoire Lick*, n° 9), Perrine annonce que les appareils photographiques à long foyer (jusqu'à 13^m) de la mission ont donné des images suffisamment nettes de la couronne

intérieure et de la couronne moyenne. De plus, ces épreuves montrent dans le quadrant nord-est, et à la latitude de 9°, une perturbation des rayons coronaux, bien spéciale à cette région. Perrine a pensé, naturellement, qu'une tache était dans le voisinage; mais l'observation du Soleil, faite avant l'éclipse, n'avait dévoilé aucune tache sur le disque.

» Cependant, comme la couronne est transparente, les rayons considérés pouvaient être en arrière du plan du contour apparent du disque et correspondre à une tache de la demi-sphère du Soleil qui nous est cachée.

» Aussi, revenu en Amérique, Perrine a demandé à plusieurs observatoires les images de la photosphère du Soleil et aussi de la chromosphère, obtenues aux environs du 18 mai. En particulier, il m'a prié de lui communiquer les photographies de la chromosphère entière du Soleil, faites avec les spectrographes enregistreurs que j'ai organisés d'abord à Paris en 1892, et transportés à Meudon en 1898. Ces appareils sont les seuls qui, actuellement, soient en service dans le monde entier; car l'appareil similaire de Hale, organisé à Chicago, n'a pas été remonté après son transfert à l'Observatoire Yerkes, en 1897.

» La question a été élucidée par la réunion de toutes ces images.

» Dans une seconde Note (*Bulletin de l'Observatoire Lick*, n° 18), Perrine compare ses épreuves coronales aux épreuves ordinaires de la surface ou photosphère solaire du 17 au 28 mai, fournies par les Observatoires de Greenwich et de l'Inde. Les 17 et 18 mai, le Soleil ne montre aucune tache ni même aucun signe d'activité sur sa surface; mais, le 19, une tache moyenne apparaît à la latitude de 9° (quadrant nord-est) et, les jours suivants, est suivie par de petites taches très voisines. Jusqu'au 28 mai, ce groupe de taches reste le seul. Perrine conclut justement à un accord intime de la tache et de la perturbation coronale.

» Le rapprochement avec les épreuves chromosphériques de Meudon confirme et complète le résultat précédent. Ces épreuves, comme je l'ai montré en 1894, décèlent la chromosphère entière, telle qu'on la verrait si la photosphère était enlevée; elles donnent la partie de l'atmosphère solaire qui est comprise entre la couronne relevée pendant l'éclipse (au bord extérieur, tout au moins) et la surface même du Soleil, fournie par les épreuves de la photographie ordinaire, précédemment examinées; elles comblent donc une sérieuse lacune.

» Le spectrographe enregistreur avait été démonté au printemps de 1901 pour recevoir certaines améliorations; mais il avait été remonté pour l'éclipse, avec le concours de M. Millochau, et, le 18 mai, comme aussi

le 20 mai, il a fourni deux images de la chromosphère projetée sur le disque (pose 3 minutes) et une image de la chromosphère du bord avec les protubérances (pose 10 à 15 minutes).

» Or, le 18 mai, la chromosphère du disque montre dans le quadrant nord-est, à la latitude de 9°, et au bord même, une flamme faculaire brillante, qui même est la plus brillante du disque ([1]). Les autres flammes du disque sont petites ainsi que dans une année de minimum de taches; elles forment seulement ce que j'ai appelé le *réseau chromosphérique*, lequel est permanent et à peu près le même à toutes les époques. A ce réseau se superposent, dans les années de maximum, des flammes larges et brillantes, liées aux taches et aux facules.

» Le 18, la chromosphère du bord offre plusieurs protubérances, quelques-unes hautes de 1′ d'arc environ, et dans le quadrant nord-est, à la latitude de 9°, une protubérance plus basse, mais très brillante à la base, et qui correspond à la flamme faculaire de l'image précédente.

» Enfin le 20, la flamme faculaire, qui, le 18, était comprimée au bord, est remplacée par une belle flamme, qui est de beaucoup la plus large (dimensions 6° et 12°) et la plus brillante du disque entier, et qui recouvre plusieurs taches.

» La conclusion de Perrine paraît donc légitime ; elle tire sa plus grande force du fait que, lors de cette éclipse, survenue, il est vrai, dans une année de minimum, la surface et la chromosphère du Soleil étaient sans accident notable, sauf au point précis de la perturbation coronale. Déjà, dans les éclipses précédentes, des observations similaires de la couronne avaient été faites, mais sans qu'on pût les rattacher à des facules ou protubérances déterminées, ces dernières étant trop nombreuses. Pour les mêmes raisons, dans mon Rapport sur l'éclipse observée en 1893, c'est-à-dire dans une année de maximum, je n'ai pu conclure au sujet du point d'origine des rayons cathodiques; j'ai admis seulement comme très probable qu'ils étaient émis par les plages les plus brillantes de la chromosphère, qui correspondent, comme on sait, aux facules du disque. Les observations de 1901 rendent cette dépendance encore plus probable.

» D'ailleurs, les rayons coronaux les plus importants ne correspondent pas aux protubérances les plus hautes, mais plutôt à celles dont la base est très lumineuse. D'où la grande utilité des spectrographes enregistreurs qui

---

([1]) L'image de la chromosphère, le 18 mai, donne donc, au point intéressant, un signe d'activité que ne présente pas, le même jour, la photosphère.

décèlent la chromosphère entière et donnent justement les intensités relatives des parties basses.

» Les rayons coronaux ont été attribués, en 1893, par Schœberlé à des éruptions; d'autre part, je les ai expliqués par des rayons cathodiques, et j'ai présenté déjà plusieurs raisons à l'appui; les couronnes des années de minimum fournissent des arguments nouveaux à la seconde hypothèse; car, comment supposer des éruptions à un moment où le Soleil est présenté couramment comme ne manifestant aucun signe d'activité.

» A propos des éruptions, il est regrettable que l'on n'ait pas, le 18 mai, relevé spécialement les mouvements radiaux de la chromosphère et de la photosphère avec d'autres spectrographes enregistreurs, différents des précédents et appelés par moi *spectrographes des vitesses*. Ces appareils avaient été organisés un moment à Paris, mais les ressources restreintes de mon service en personnel et matériel n'ont pas permis encore de les remonter complètement à Meudon. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre qui admettent un groupe fini continu de transformations algébriques.* Note de M. **Obriot**, présentée par M. Painlevé.

« Je m'occupe, dans cette Note, des groupes de la forme

$$(G) \qquad X = x, \qquad Y = \varphi(y, x, a, a_1),$$

où a, a_1 sont les paramètres, et j'examine plus particulièrement le cas où φ est algébrique en y (et analytique en x). Cette question, outre son intérêt propre, se rattache, ainsi que l'a montré M. Painlevé (*Comptes rendus*, t. CXXX), à l'étude des équations à points critiques fixes.

» Nous définirons un groupe (G) par ses deux transformations infinitésimales

$$Af \equiv \eta(x, y)\frac{\partial f}{\partial y}, \qquad A_1 f \equiv \eta_1(x, y)\frac{\partial f}{\partial y}.$$

Deux cas sont possibles. Ou le groupe est permutable et le rapport $\frac{\eta_1}{\eta}$ est fonction de la seule variable x, $\frac{\eta_1}{\eta} = \zeta(x)$; ou bien (G) n'est pas permutable et l'on peut (Lie) choisir η et η_1 de telle façon que le crochet soit identique à Af. On a alors

$$\frac{\eta_1}{\eta} = \zeta(x, y), \qquad \frac{1}{\eta} = \frac{\partial \zeta}{\partial y}.$$

» I. GROUPE NON PERMUTABLE. — Il dépend de la seule fonction $\zeta(x, y)$, et le groupe peut s'écrire : $\zeta(x, \mathrm{Y}) = a_1\zeta(x, y) + a$. Pour que le groupe soit algébrique en y, il faut et il suffit que $\zeta(x, y)$ soit algébrique en y. Prenant $\zeta(x, y)$ comme nouvelle variable y, le groupe est ramené algébriquement à la forme $\mathrm{Y} = a_1 y + a$. L'équation la plus générale qui admette ce groupe est évidemment

$$y'' = g(x)\, y' \qquad (g \text{ fonction arbitraire de } x).$$

» II. GROUPE PERMUTABLE. — Un tel groupe est déterminé par $\zeta(x)$ et $\eta(x, y)$. En introduisant, par exemple, les variables canoniques de Lie, on trouve que l'équation la plus générale qui admette ce groupe est

$$(\mathrm{A}) \qquad \begin{cases} y'' = \dfrac{1}{\eta}\dfrac{\partial \eta}{\partial y} y'^2 + \left(\dfrac{2}{\eta}\dfrac{\partial \eta}{\partial x} + \dfrac{\zeta''}{\zeta'}\right) y' \\ \qquad + \eta \displaystyle\int^y \left[\dfrac{\zeta''}{\zeta'}\dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{1}{\eta}\right) - \dfrac{\partial^2}{\partial x^2}\left(\dfrac{1}{\eta}\right)\right] dy + \eta g_1(x), \end{cases}$$

la quadrature est prise en supposant x constant; $g_1(x)$ est une fonction arbitraire de x. L'intégrale générale y est définie par l'équation

$$\int^y \frac{dy}{\eta(\bar{x}, y)} = \int \zeta'\, dx \int \frac{g_1(x)}{\zeta'}\, dx + \mathrm{C}\zeta(x) + \mathrm{C}_1$$

(C, C_1 constantes arbitraires).

» *Appliquons maintenant ces résultats au cas où le groupe est algébrique en y, ainsi que l'équation* (A) (¹).

» Pour une valeur déterminée de x, un groupe (G) permutable, algébrique, peut être ramené par une transformation algébrique effectuée sur y au groupe défini par les deux équations $y = \psi(u)$, $\mathrm{Y} = \psi(\mathrm{U})$, où $\mathrm{U} = u + h(x, a, a_1)$, la fonction ψ étant soit la fonction $\wp$ de Weierstrass, soit une dégénérescence e^u ou u. On voit aisément que h est nécessairement de la forme

$$h = a\rho(x) + a_1\rho_1(x).$$

» Nous allons chercher à disposer de ρ et de ρ_1 de façon que l'équation (A), qui admet ce groupe, soit algébrique en y. Nous examinerons

(¹) Une telle équation (A) étant rationnelle en y' et, d'autre part, réductible à une équation à points critiques fixes (PAINLEVÉ, *Comptes rendus*, 1er semestre 1900, p. 767), il est certain qu'elle rentre dans les types canoniques énumérés par M. Painlevé (*Acta mathematica*, t. XXV). Mais je me propose de former explicitement ces équations (A).

séparément le cas où l'invariant de la fonction $\wp$ dépend de x et celui où il n'en dépend pas.

» 1° *L'invariant de la fonction* $\wp$ *dépend de* x. — On peut toujours, en changeant la variable x et en effectuant sur y une transformation linéaire, donner à $\wp' u$ la forme

$$\wp' u = \sqrt{y(y-1)(y-x)},$$

avec $y = \lambda(x)\wp u + \mu(x)$.

» La quadrature qui figure dans le terme indépendant de y' de l'équation (A) introduit l'intégrale elliptique $J = \int^y \frac{dy}{\sqrt{y(y-1)(y-x)}}$ et ses deux dérivées partielles par rapport à x, J′ et J″.

» La méthode classique de réduction des intégrales elliptiques permet d'exprimer J″ linéairement en fonction de J et J′. On trouve alors, si l'équation est algébrique, que les deux fonctions ρ et ρ_1 sont solutions de l'équation

$$\rho'' - \rho'\left(\frac{1}{x} + \frac{1}{1-x}\right) - \frac{\rho}{4(1-x)} = 0.$$

» On reconnaît l'équation linéaire homogène que vérifient les périodes de la fonction $\wp$. L'équation (A) correspondante est

$$(1)\qquad \begin{cases} y'' = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1} + \frac{1}{y-x}\right)y'^2 - \left(\frac{1}{y-x} + \frac{1}{x} + \frac{1}{x-1}\right)y' \\ \qquad - \frac{y(y-1)}{2x(1-x)(y-x)} + g(x)\sqrt{y(y-1)(y-x)}. \end{cases}$$

» Cette équation, classique sous une autre forme dans la théorie des fonctions elliptiques, a été signalée par M. Picard, puis étudiée par M. Painlevé qui a montré que son intégrale est une fonction essentiellement transcendante des deux constantes. Une transformation algébrique en y permet de supposer la fonction arbitraire $g(x)$ identiquement nulle.

» 2° *L'invariant de* $\wp$ *est indépendant de* x. — On arrive aussitôt à l'équation

$$(2)\qquad y'' = y'^2\,\frac{6y^2 - \frac{g_2}{2}}{4y^3 - g_2 y - g_3} + q(x)y' + r(x)\sqrt{4y^3 - g_2 y - g_3}.$$

» Une transformation algébrique en y permet d'annuler q et r. L'intégrale est fonction semi-transcendante des constantes. (Cf. Painlevé, *Acta mathematica*, t. XXV.)

» 3° $\psi = e^u$. — L'équation correspondante est

(3) $$y'' = \frac{y'^2}{y} + q(x)y' + r(x)y \quad (q, r \text{ fonctions arbitraires}),$$

qu'une transformation $Y = \alpha(x)y$, $X = \beta(x)$ ramène à la forme

$$Y'' = \frac{Y'^2}{Y}.$$

L'intégrale est fonction semi-transcendante des constantes.

» 4° $\psi(u) \equiv u$. — L'équation correspondante est

(4) $$y'' = q(x)y' + r(x)y + s(x).$$

» En définitive, *toutes les équations du second ordre algébriques en y'', y', y (analytiques en x), qui admettent un groupe G algébrique en y (à deux paramètres), sont réductibles à une des équations* (1), (2), (3) *ou* (4) *par une transformation* $X = \chi(x)$, $Y = \psi(y, x)$ (ψ *algébrique en* y).

» Les équations ainsi obtenues rentrent bien dans les types donnés par M. Painlevé. Mais, en traitant le problème analogue pour les équations du troisième ordre, on peut espérer être conduit à des transcendantes uniformes d'un caractère nouveau. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur deux problèmes de Géométrie.* Note de M. SERVANT.

« Nous nous proposons, dans cette Note, de ramener l'un à l'autre deux problèmes importants de Géométrie infinitésimale. Nous allons montrer qu'*à toute surface à lignes de courbure isothermes on peut faire correspondre une surface admettant une déformation conservant les rayons de courbure principaux, et inversement.*

» Considérons une surface isothermique S dans l'espace à courbure constante à trois dimensions (on peut déduire par des opérations algébriques une telle surface S de toute surface Σ isothermique de l'espace ordinaire), surface que nous supposerons rapportée à ses lignes de longueur nulle; les formules de Gauss [voir BIANCHI, *Lezioni di Geometria* (*Ann. di Math.*, 1897)] s'écrivent :

$$ds^2 = 2\lambda\, du\, dv,$$

$$\lambda \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{D'}{\lambda}\right) = \frac{\partial D}{\partial v}, \qquad \lambda \frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{D'}{\lambda}\right) = \frac{\partial D''}{\partial u},$$

$$\frac{DD'' - D'^2}{\lambda^2} - \frac{1}{\lambda}\,\frac{\partial^2 \log\lambda}{\partial u\, \partial v} - K = 0,$$

où K est une constante positive ou négative suivant que l'espace est elliptique ou hyperbolique. Posons $\Delta' = \frac{D'}{\lambda}$ et remarquons que, la surface ayant ses lignes de courbure isothermes, on peut poser

$$D = D'' = \Delta.$$

» Les formules deviennent

$$(1)\quad \begin{cases} \lambda \dfrac{\partial \Delta'}{\partial u} = \dfrac{\partial \Delta}{\partial v}, \qquad \lambda \dfrac{\partial \Delta'}{\partial v} = \dfrac{\partial \Delta}{\partial u}, \\ \dfrac{\Delta^2}{\lambda^2} - \Delta'^2 - \dfrac{1}{\lambda} \dfrac{\partial^2 \log \lambda}{\partial u\, \partial v} - K = 0, \end{cases}$$

et les quantités λ, Δ, Δ' définissent *intrinsèquement* une surface isothermique dans l'espace non euclidien.

» Considérons maintenant une surface de l'espace ordinaire rapportée à des lignes de longueur nulle; les équations de Gauss seront, en adoptant des notations analogues,

$$(2)\quad \begin{cases} ds'^2 = 2\lambda'\, du\, dv, \\ \lambda' \dfrac{\partial \delta'}{\partial u} = \dfrac{\partial \delta}{\partial v}, \qquad \lambda' \dfrac{\partial \delta'}{\partial v} = \dfrac{\partial \delta''}{\partial u}, \\ \dfrac{\delta \delta''}{\lambda'^2} - \delta'^2 - \dfrac{1}{\lambda'} \dfrac{\partial^2 \log \lambda'}{du\, dv} = 0. \end{cases}$$

» On voit facilement (nous n'insisterons pas sur ce problème traité par Ossian Bonnet) que, si une surface (σ) admet une déformation conservant les rayons de courbure principaux, on peut, en déterminant convenablement les variables u et v, poser

$$\delta = \alpha + a, \qquad \delta'' = \alpha - a,$$

et les équations (2) deviennent

$$(3)\quad \begin{cases} \lambda' \dfrac{\partial \delta'}{\partial u} = \dfrac{\partial \alpha}{\partial v}, \qquad \lambda' \dfrac{\partial \delta'}{\partial v} = \dfrac{\partial \alpha}{\partial u}, \\ \dfrac{\alpha^2 - a^2}{\lambda'^2} - \delta'^2 - \dfrac{1}{\lambda'} \dfrac{\partial^2 \log \lambda'}{\partial u\, \partial v} = 0. \end{cases}$$

Or, si nous posons

$$\alpha = \Delta', \qquad \delta' = \Delta, \qquad \lambda' = \frac{1}{\lambda}, \qquad K_0 = -a^2,$$

les équations (1) et (3) deviennent identiques, ce qui démontre la proposition énoncée ci-dessus.

» Supposons que nous partions d'une surface isothermique Σ de l'espace

ordinaire : la surface correspondante (σ) sera complètement déterminée *intrinsèquement*; pour achever le problème, il suffira d'intégrer une équation de Ricatti; on peut ainsi déterminer de *nouvelles surfaces* (σ), en supposant, par exemple, que Σ soit une surface minima, une surface à courbure moyenne constante, etc. Partons, au contraire, d'une surface (σ); la surface (S) sera déterminée intrinsèquement dans l'espace non euclidien; pour achever le problème, il faudra intégrer un système d'équation aux différentielles totales, et faire une projection stéréographique. En particulier, si (σ) est une surface à courbure moyenne constante, Σ sera une des surfaces isothermiques que l'on rencontre dans le problème de la déformation du paraboloïde quelconque; si (σ) est une des surfaces déterminées par Ossian Bonnet, qui admettent une infinité de déformations conservant les rayons de courbure principaux, on obtient une surface (S) qui paraît nouvelle, mais l'intégration des équations aux différentielles totales semble présenter des difficultés. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une méthode de comparaison des moteurs de différentes puissances.* Note de M. **Max. Ringelmann**, présentée par M. Michel Lévy.

« Lorsqu'on procède à des expériences sur des moteurs thermiques, on relève la consommation horaire Y de combustible et la puissance fournie x. Dans des essais complets, on fait varier la puissance disponible x depuis zéro (le moteur tournant à vide, à sa vitesse de régime) jusqu'au maximum possible, qui dépend de la construction de la machine et de la source de chaleur employée.

» La consommation spécifique du moteur

$$y = \frac{Y}{x}$$

est une donnée indispensable pour la comparaison des différents moteurs de même puissance, mais ne peut pas servir quand il s'agit de comparer entre eux des moteurs de puissances différentes, alimentés par le même combustible, parce que y est d'autant plus grand qu'on considère de plus faibles moteurs.

» Pour les moteurs à gaz tonnant (gaz d'éclairage, gaz pauvre, pétrole, essence minérale, alcool, etc.), la consommation Y par heure peut se

représenter par

$$Y = a + bx.$$

C'est l'équation d'une droite dans laquelle l'ordonnée à l'origine a, qui est la dépense du moteur pour la marche à vide, est influencée par la construction proprement dite (ajustage du moteur, mode de régulation, système d'allumage, perte de chaleur, etc.), tandis que b est un coefficient constant indépendant du moteur et variant avec chaque combustible employé; b est d'autant plus grand que le pouvoir calorifique du combustible utilisé est plus faible.

» Dans ce qui précède, nous supposons toujours un bon mélange tonnant (rapport de l'oxygène aux corps combustibles) et une bonne utilisation du mélange (qu'il n'y ait pas, par exemple, des dissociations provoquées par un excès de température ou de pression).

» Les consommations spécifiques y sont alors données par la relation

$$y = \frac{a}{x} + b,$$

qui peut se représenter graphiquement par une hyperbole équilatère; le terme $\frac{a}{x}$ diminue avec la puissance x des moteurs.

» Le problème qui fait l'objet de la présente Note s'est posé lors des concours de moteurs à alcool organisés en 1901 et 1902 par le Ministère de l'Agriculture; les moteurs étaient divisés en plusieurs catégories suivant leur puissance, et dans chaque catégorie il y avait un certain nombre de récompenses à décerner. Le Jury, présidé par M. Michel Lévy, membre de l'Institut, devait logiquement observer la loi de décroissance de la consommation spécifique d'après la puissance des moteurs, afin qu'il y eût, dans toutes les catégories, une équivalence dans l'ordre des récompenses accordées. Les expériences nécessitées par ces concours ont été effectuées à la Station d'essais de machines dont nous avons la direction; les résultats constatés nous ont permis de représenter graphiquement les consommations spécifiques y des moteurs, puis de tracer un certain nombre d'hyperboles types. Toutes les machines, de n'importe quelle puissance, dont les tracés y (pour des puissances x à demi-charge et à pleine charge) étaient au-dessous de la première hyperbole, avaient droit au même ordre de récompense; il en était de même pour celles dont les tracés étaient compris entre deux hyperboles consécutives.

» La détermination des hyperboles types peut se faire de la façon sui-

vante : Connaissant le pouvoir calorifique du combustible, on peut se fixer le rendement thermique d'une catégorie de moteurs, et admettre une échelle connue, par exemple celle qui nous a servi pour le concours international de moteurs à pétrole de Meaux, en 1894, et dont voici la clef, pour les machines d'une puissance de 4^{chx} :

Médailles d'or........	rendement thermique	au-dessus de 16 pour 100	
» de vermeil...	»	compris entre 15 et 16 pour 100	
» d'argent.....	»	» 14 et 15	»
» de bronze....	»	» 12 et 14	»
Mentions honorables...	»	au-dessous de 12 pour 100	

» C'est ainsi que, dans certaines catégories de moteurs (de 2^{chx} à 6^{chx} par exemple), le Jury, au concours international de 1902, a décerné une médaille d'or, deux médailles de vermeil, trois médailles d'argent, alors que, dans une autre catégorie, le meilleur des moteurs concurrents n'a pu recevoir qu'une médaille de vermeil. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le pouvoir inducteur spécifique des diélectriques aux basses températures.* Note de MM. JACQUES CURIE et P. COMPAN, présentée par M. A. Potier.

« Nous avons mesuré aux basses températures le pouvoir inducteur spécifique de divers diélectriques solides.

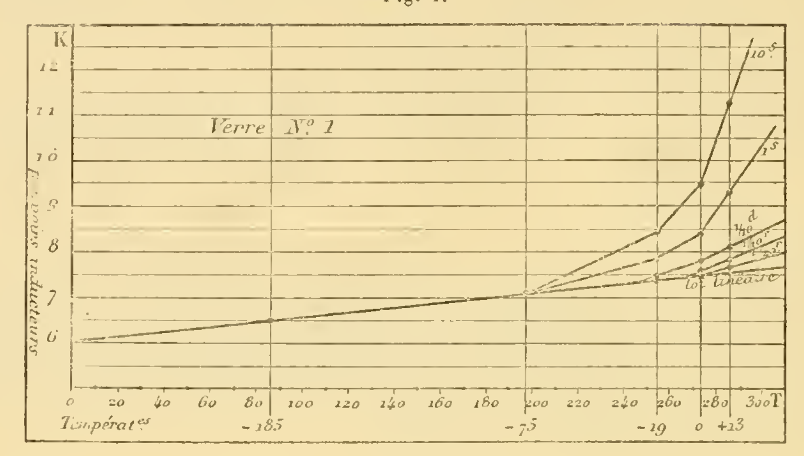
» Nous avons effectué ces déterminations en disposant les diélectriques à étudier sous la forme de condensateurs plans avec anneau de garde, et nous avons fait les mesures à l'aide d'un quartz piézo-électrique, d'après le procédé indiqué antérieurement par l'un de nous (¹).

» La pile de charge employée consistait en une série de 35 éléments Daniell correspondant à une différence de potentiel de 40 volts environ. La charge des condensateurs était obtenue à l'aide d'un pendule, muni de deux lames d'acier, qui établissait les communications nécessaires pendant un temps déterminé. Nous avons opéré successivement à la température ambiante (+15° environ), à la température de —19° dans un mélange réfrigérant, à la température de —75° dans un mélange d'acide carbonique et d'éther, enfin à la température d'ébullition de l'air liquide, à —185°. Nous pouvons indiquer aujourd'hui les résultats relatifs à l'étude du verre. Nous avons opéré sur trois échantillons représentés par trois lames de microscope (crown). Le

(¹) J. CURIE, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 1889.

Tableau ci-dessous contient les nombres obtenus avec le premier échantillon (*fig.* 1). Les deux autres donnent des résultats analogues.

Fig. 1.



Temps de charge.	Températures. + 13°	0°	— 19°	— 75°	— 185°
s	°	°	°	°	°
10	11,25	9,47	8,44	7,09	6,49
1	9,32	8,44	7,81	7,09	6,49
$\frac{1}{10}$	8,04 *d* 7,75 *r*	7,75 *d* 7,52 *r*	7,42	7,09	6,49
$\frac{1}{20}$	7,85 *d* 7,59 *r*	7,50 *d* 7,42 *r*	7,36	7,09	6,49

» La lettre *d* placée à côté d'un nombre indique que la valeur est obtenue en descendant les températures, c'est-à-dire en opérant du chaud au froid; la lettre *r* indique que la valeur est obtenue en remontant les températures, c'est-à dire en opérant du froid au chaud. Le verre qui vient d'être chauffé ou qui a séjourné longtemps à la température ordinaire n'est pas identique au verre qui vient d'être énergiquement refroidi. Il conserve le souvenir des opérations calorifiques qu'il vient de subir. Il y a hystérésis dans les effets produits par les variations de température.

» On peut tirer de ce Tableau plusieurs conclusions intéressantes : 1° *le froid a pour action principale de supprimer toute la courbe de charge lente.* A — 75° déjà, et à plus forte raison dans l'air liquide, le verre est devenu un diélectrique parfait. Le pouvoir inducteur est alors rigoureusement indépendant du temps de charge. Ce résultat a été vérifié, comme on peut le voir sur le Tableau, pour des temps de charge qui ont varié depuis $\frac{1}{20}$ de seconde jusqu'à 10 secondes.

» 2° Pour des temps de charge faibles ($\frac{1}{20}$ de seconde) le pouvoir induc-

teur du verre varie peu avec la température. Il a varié de 7,59 à 6,49 entre + 13° et — 185°. M. Rubens, pour un verre d'une autre espèce (flint), indique un nombre analogue aux précédents, soit 6,77, pour le coefficient correspondant à l'indice de longueur d'onde infini dans la formule de dispersion.

» 3° Le pouvoir inducteur du verre augmente avec la température suivant une loi linéaire : *la variation du pouvoir inducteur est proportionnelle à la variation de température.*

» Si l'on représente par k_0 une constante qui serait le pouvoir inducteur au zéro absolu, si la loi se maintenait jusque-là, par k le pouvoir inducteur à la température absolue T, par A un coefficient constant caractéristique de la substance, on a

$$k = k_0 + AT.$$

» La loi de proportionnalité paraît s'appliquer tant que la courbe de charge lente n'intervient pas pour masquer la variation régulière. En fait, la loi s'applique d'autant mieux que le temps de charge est plus court.

» Avec le verre, pour un temps de charge égal à $\frac{1}{20}$ de seconde, elle s'applique depuis — 185° jusqu'à zéro-glace environ. Elle paraît s'appliquer plus longtemps lorsqu'on remonte les températures au lieu de les descendre.

» Le Tableau suivant indique les valeurs de A et de k_0 pour les trois échantillons de verre étudiés (crown).

	k_0.	A.
Verre n° 1	6,03	0,00524
Verre n° 2	6,83	0,00520
Verre n° 3	6,24	0,00533

» Les résultats précédents ne sont pas particuliers au verre. La variation des pouvoirs inducteurs de l'ébonite, du mica et du quartz s'effectue d'une manière analogue; en particulier, la loi de variation linéaire s'applique parfaitement bien (¹). »

(¹) Nous tenons à remercier ici M. le professeur Crova, qui a bien voulu mettre à notre disposition son laboratoire, tous les appareils nécessaires, et la machine à air liquide qui appartient à l'Institut de physique de l'Université de Montpellier.

ÉLECTRICITÉ. — *Influence du voltage sur la formation de l'ozone.* Note de M. A. **Chassy**, présentée par M. G. Lippmann.

« J'ai montré dans une précédente Note ([1]) que la loi qui exprime la manière dont progresse la richesse en ozone de l'oxygène soumis, pendant des durées croissantes, à l'influence de l'effluve, était la même quel que soit le voltage employé, pourvu qu'il restât constant pendant toutes les mesures constituant une série d'expériences. Je me propose, dans cette Note, d'étudier l'influence de la grandeur du voltage sur la rapidité de formation de l'ozone.

» Quand on soumet l'oxygène à l'effluve sous des différences de potentiel croissantes, on constate que l'on n'obtient d'abord pas d'ozone d'une façon bien sensible. A partir d'un certain voltage, variable avec les dimensions du tube ozoniseur, mais s'élevant toujours à plusieurs milliers de volts, l'ozone commence à se former. En continuant alors à augmenter lentement le potentiel, on constate que la puissance de l'appareil, au point de vue de la formation de l'ozone, augmente très rapidement, comme je vais le montrer.

» L'électromètre que j'emploie est un instrument composé de deux lames de 5^{cm^2}, distantes de 15^{cm}, et plongeant dans l'huile. Une de ces lames est fixe, et l'autre, qui est attirée par la première, est suspendue à un fil de torsion servant à équilibrer l'action électrique. A l'aide d'un microscope muni d'un micromètre, je peux viser un point de la lame mobile. Dans les limites indiquées par un voltmètre électrostatique de Hartmann et Braun, allant de 1000 à 12000 volts, j'ai constaté que la torsion dans mon électromètre était rigoureusement proportionnelle au carré de la différence de potentiel. J'admets qu'il en est de même pour les voltages supérieurs en me servant du voltmètre de comparaison pour déterminer la constante de mon instrument. Comme source électrique, j'utilise un alternateur de 50 périodes alimentant une grosse bobine de Ruhmkorff qui sert ainsi de transformateur à haute tension.

» Le voltage auquel l'ozone commence à se former d'une façon très appréciable est caractérisé par la formation d'effluves. Pour un voltage supérieur d'environ 40 pour 100 au précédent, la décharge se produit sous

([1]) Chassy, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 789.

forme de pluie de feu. Il y a donc dans le phénomène deux phases qui vont justement me servir à énoncer la loi de formation. Il faut remarquer, toutefois, que le passage de l'une à l'autre phase manque un peu de précision.

» Par suite de l'existence d'une concentration limite, l'effet d'une tension constante n'est pas proportionnel à sa durée. Il faut donc, pour comparer les différents voltages, chercher les durées produisant une même concentration. Il est plus commode de ne pas s'astreindre à réaliser expérimentalement cette condition et de se servir de la courbe correspondant au Tableau contenu dans la Note citée plus haut. On atteint la plus grande précision possible en prenant une durée de courant telle que la concentration de l'ozone produit soit faible, parce qu'alors l'effet du courant est presque proportionnel à sa durée, ce qui diminue les erreurs provenant de l'usage de la courbe considérée.

» Pendant la seconde phase du phénomène, celle qui correspond à la pluie de feu, la loi obtenue est très simple et peut s'énoncer ainsi : *La puissance de production de l'ozone est proportionnelle au carré de la différence de potentiel efficace qui existe entre les armatures.* Quant à la constante de proportionnalité, elle dépend essentiellement des dimensions du tube à oxygène. Pendant la première phase, c'est-à-dire pour les voltages les plus faibles capables de produire de l'ozone, cette loi du carré n'existe plus. Désignons par A et B les effets de deux voltages a et b, a étant supposé plus petit que b. Posons

$$\frac{B}{A} = \left(\frac{b}{a}\right)^n.$$

» L'exposant n, pendant la première phase, est variable et supérieur à 2. Il est d'autant plus grand que A et B sont plus voisins du voltage initial pour lequel le phénomène commence. J'ai bien essayé, pour cette phase, de représenter l'influence du voltage en fonction de la différence entre ce voltage et le voltage initial, mais je n'ai rien obtenu de simple. D'ailleurs, dans la loi que je considère comme rigoureuse pour la seconde phase, il s'agit bien du carré de la tension utilisée dans l'expérience et non du carré d'une différence de deux tensions. Il est difficile de saisir exactement à quel moment commence la loi du carré, puisque, pour les voltages inférieurs, leur puissance d'action s'en écarte d'une façon continue ; mais il est certain que cette loi s'applique ensuite indéfiniment pour les tensions de plus en plus fortes.

» Comme exemple d'une série de mes expériences, je donnerai la suivante, où je représente en valeur relative par P la puissance d'ozonification de la différence de potentiel efficace V, évaluée en milliers de volts. J'ai pris comme unité d'action celle qui correspond dans mon appareil à 13 200 volts :

V.	9	9,18	9,54	10,1	11,18	11,82	12,5	13,2	16,5	20,4	26,00	34,50	41
P.	0	0,023	0,061	0,153	0,55	0,73	0,86	1	1,58	2,40	3,70	6,70	9,90
P′					0,72	0,80	0,89	1	1,56	2,39	3,88	6,83	9,65

» On voit que, dans cet exemple, la loi des carrés s'applique au-dessus de 12000 volts efficaces, car les valeurs P′ de la puissance d'ozonification, calculées en vertu de cette loi et en comparant toutes les tensions à 13200 volts, coïncident à peu près avec P, à partir de cette limite inférieure. Il est probable que cette loi n'est pas empirique et qu'elle s'applique aux tensions supérieures à celles dont je dispose dans mes expériences.

» Il me semble que l'on doit concevoir de la façon suivante cette bizarrerie apparente d'une loi qui serait exacte et qui ne s'appliquerait pourtant pas dans toute l'étendue de l'échelle. Puisqu'on constate expérimentalement que la décharge ne commence nettement qu'à partir d'un certain voltage, il faut en conclure qu'il y a une résistance spéciale, une inertie inconnue du diélectrique, que je ne saurais définir, mais qu'il s'agit d'abord de vaincre et qui trouble, au commencement, l'expression mathématique du phénomène. Dès que la décharge est un peu intense, il faut admettre, pour expliquer la simplicité de la loi énoncée, que l'influence de cette inertie diminue de plus en plus pour devenir sensiblement nulle à partir d'une tension suffisante.

» Au point de vue du rendement, on devra toujours opérer avec des voltages supérieurs d'environ 40 pour 100 au voltage le plus faible commençant à former de l'ozone. Cette dernière tension est toujours facile à déterminer. Il est inutile d'opérer avec des tensions supérieures, si l'on considère seulement le point de vue qui nous occupe. La quantité d'ozone obtenue croît, en effet, d'une façon simplement proportionnelle à l'énergie débitée par la source électrique. »

OPTIQUE. — *Contribution à l'étude de l'éclair magnésique. Mesure de la vitesse de combustion. Chronophotographie de l'éclair magnésique.* Note de M. **Albert Londe**, présentée par M. Lippmann.

« On utilise beaucoup en Photographie, depuis quelques années, des mélanges de magnésium et de comburants, désignés sous le nom de *photo-poudres*, qui produisent une lumière éclatante susceptible de donner d'excellents clichés dans des locaux entièrement sombres. La durée de l'éclairement est si rapide qu'on lui donne communément le nom d'*éclair magnésique*, et certains auteurs estiment que cette durée n'est que de $\frac{1}{100}$ de seconde ou même $\frac{1}{150}$.

» Nous avons pensé à appliquer une méthode de précision à l'enregistrement de la durée de combustion des photo-poudres et avons fait construire un appareil spécial par M. Jules Richard.

» Cet appareil nous permet de recevoir sur une plaque sensible en mouvement la lumière de l'éclair, qui ne peut atteindre celle-ci que par une étroite ouverture, entraînée par un diapason donnant 1000 vibrations par seconde. Nous obtenons, par suite, une sinusoïde qui nous permet de savoir, en millièmes de seconde, la durée de combustion de chaque préparation essayée.

» Nous avons étudié par cette méthode les *photo-poudres* les plus employés. Les résultats nous ont prouvé que les vitesses de combustion sont loin d'atteindre celles que l'on croyait : elles varient entre $\frac{1}{4}$ de seconde et $\frac{1}{20}$; quelques-unes seulement arrivent au $\frac{1}{25}$; nous n'en avons trouvé qu'une donnant moins de $\frac{1}{30}$ de seconde. La plupart varient entre $\frac{1}{8}$ et $\frac{1}{15}$ de seconde.

» Cette méthode nous a permis également d'étudier les divers modes d'inflammation qui ont une influence très marquée sur la durée de combustion. La rapidité la plus grande est obtenue par l'inflammation électrique (fusion d'un fil mince de platine). L'inflammation au moyen d'une amorce au fulminate de mercure donne assez sensiblement la même rapidité. Par contre, la durée de combustion est notablement réduite lorsque la charge est enflammée au moyen d'une allumette (procédé Weiss). Elle l'est encore plus lorsque la charge, au lieu d'être disposée en tas, est formée en paquet allongé (cartouche au papier Bengale).

» La durée de combustion paraît augmenter également au fur et à mesure de l'accroissement de la charge en poids.

» L'examen de la sinusoïde montre que l'actinisme produit atteint rapidement son maximum, qu'il le conserve pendant un temps appréciable, puis qu'il décroît lentement jusqu'à extinction complète. Quelle que soit la correction à apporter aux chiffres trouvés, il n'en ressort pas moins que nous sommes fort loin des durées de combustion supposées, et l'on peut sans crainte affirmer que le nom d'*éclair magnésique* est improprement donné pour désigner un phénomène qui dure un temps très appréciable.

» Si la durée de combustion avait été de l'ordre du $\frac{1}{100}$ de seconde, on aurait pu réaliser une variante intéressante de la *méthode du fond noir* de M. le professeur Marey et remplacer le disque obturateur du chronophotographe par l'allumage successif d'éclairs à des intervalles de temps réguliers. Or la durée des éclairs actuellement employés est de beaucoup trop prolongée pour permettre la reproduction de sujets en mouvement. Il faut donc, pour le moment du moins, renoncer à cet espoir.

» *Chronophotographie de l'éclair magnésique.* — Nous avons pensé qu'il pourrait être intéressant de chronophotographier l'éclair magnésique. Nous avons employé à cet effet notre appareil à 12 objectifs et combiné un expéditeur à grande vitesse qui nous permet d'obtenir des épreuves successives à des intervalles très courts. Dans les épreuves que nous soumettons à l'Académie, les obturateurs sont déclenchés à $\frac{1}{100}$ de seconde l'un de l'autre.

» Dans ces conditions, du moment que l'éclair durera plus de $\frac{1}{10}$ de seconde, nous réalisons d'une manière complète l'analyse du phénomène. Pour des éclairs qui seraient de plus courte durée, il nous suffit de réduire l'intervalle entre la prise de chaque photographie pour avoir dans tous les cas une chronophotographie comportant douze images.

» Les résultats trouvés confirment les variations de l'actinisme dont nous avons parlé précédemment; ils montrent, d'autre part, que le foyer lumineux s'élargit progressivement pour devenir une gerbe qui est plus ou moins importante suivant les diverses périodes de la combustion, suivant aussi la nature de la composition employée et, enfin, le poids de la charge.

» On constate fréquemment des projections de matières : ces projections tiennent, d'une part, à la violence de l'explosion et, de l'autre, à la mauvaise composition chimique des constituants du photo-poudre, ou encore au manque d'homogénéité du mélange. Ces diverses causes font que, dans la pratique, une certaine partie de la composition échappe à la combustion, ce qui amène des variations assez sensibles dans les résultats obtenus.

» Une autre question se posait alors : c'était de savoir si l'actinisme produit était suffisant pour permettre d'obtenir une épreuve instantanée pendant la durée de l'éclair.

L'expérience nous a prouvé que ce résultat pouvait être atteint et que l'on peut réaliser des instantanéités pendant la production de l'éclair avec une durée de pose qui est de beaucoup inférieure au $\frac{1}{100}$ de seconde. Nous sommes même allé plus loin et nous avons obtenu douze épreuves successives pendant la durée d'un éclair unique.

» L'examen des séries obtenues dans ces conditions montre qu'au bout de $\frac{2}{100}$ à $\frac{3}{100}$ de seconde l'actinisme est à son maximum, qu'il dure pendant $\frac{5}{100}$ à $\frac{6}{100}$ de seconde pour décroître ensuite. Comme conclusion, nous pouvons poser en principe que, pour réaliser l'instantanéité pendant l'éclair magnésique et utiliser le maximum d'actinisme, il suffira de provoquer l'allumage de la poudre $\frac{3}{100}$ à $\frac{4}{100}$ de seconde avant le départ de l'obturateur. »

OPTIQUE. — *De l'examen stéréoscopique en radiologie et des illusions dans l'appréciation du relief.* Note de **Th. Guilloz**, présentée par M. d'Arsonval.

« Je considérerai le cas le plus simple de l'examen radiostéréoscopique : celui où il se pratique avec un tube symétrique dont les électrodes sont distantes de 65^{mm} (voir *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 756).

» Les yeux de l'observateur placés derrière les trieurs d'images occupent, par rapport à l'écran fluorescent, une position symétrique des électrodes du tube (centre d'émission des rayons X).

» Si les électro-aimants sont reliés au commutateur rotatif de la bobine de telle sorte que les lignes qui joignent respectivement chaque électrode, lorsqu'elle est centre d'émission de rayons, au diaphragme qui est ouvert à ce moment, soient parallèles, l'expérience sera dite *montée en parallèle;* si ces lignes se coupent, l'expérience sera dite *croisée.*

» I. *Expérience en parallèle.* — Les ombres, quand elles se fusionnent, donnent des images rétiniennes qui sont extériorisées de telle sorte que leurs points correspondants occupent exactement les symétriques des contours de l'objet par rapport à l'écran. On a ainsi, aussi nettement que dans le meilleur des stéréoscopes, la sensation visuelle corporelle d'un objet symétrique de celui qui est examiné et situé entre l'observateur et l'écran.

» Si, dans la région où s'extériorise l'image corporelle de l'objet, on promène un rectangle formé d'un fil métallique replié sur lequel sont tendus des fils équidistants, la vision stéréoscopique existera pour le plan des fils du réseau, tout comme pour l'image. On pourra ainsi évaluer, en donnant à l'écran la position voulue, les diverses dimensions du corps dans toutes les directions.

» La précision des mesures est parfaite et, dans l'examen radioscopique ainsi pratiqué, les évaluations métriques atteignent le millimètre comme précision.

» L'examen radioscopique ainsi pratiqué permettra d'effectuer derrière l'écran toute une série d'opérations qu'avec une habitude promptement acquise on effectuera avec une remarquable dextérité : enfiler des anneaux métalliques diversement orientés et situés, couper une corde en un point marqué, coupler exactement les fragments d'une tige ou d'un os brisé, etc. Il faut seulement, dans les premiers essais, avoir la notion que les mouvements réels sont vus inversés dans l'image qu'en donnent les ombres.

» II. *Expérience montée croisée.* — Lorsque l'expérience est montée croisée, on acquiert, par la fusion des images rétiniennes des ombres, la notion d'un corps en relief apparaissant comme situé nettement derrière l'écran, et occupant plus ou moins approximativement la position réelle de l'objet examiné. Ainsi, une omoplate droite, des corps formés de fils métalliques apparaîtront sous l'aspect où on les voit après avoir soulevé l'écran.

» Une construction graphique montre que les lignes joignant les centres des yeux aux points des ombres correspondant au même point de l'objet figurent, par leurs rencontres respectives dans l'espace, un solide de configuration analogue à celui observé, mais plus ou moins déplacé et déformé suivant les conditions de l'expérience.

» Pratiquement, cette méthode s'applique encore bien, avec certaines restrictions, à la radioscopie stéréoscopique, mais elle ne peut permettre d'effectuer de la radiométrie.

» III. Je dois attirer l'attention sur un point très important, qu'il faudra toujours avoir présent à l'esprit sous peine de commettre les pires erreurs radiographiques.

» Dans des conditions d'observation qui, de prime abord, paraissent identiques, les images décrites dans les expériences précédentes peuvent s'intervertir, c'est-à-dire que l'expérience en parallèle peut donner les résultats de l'expérience croisée et *vice versa*.

» Cette erreur surgit facilement si l'une des sources donne moins de lumière que l'autre, et au cours d'une même observation on peut, soit spontanément, soit à la suite de mouvements des yeux, voir le relief réellement indiqué par les conditions de l'expérience (Exp. I ou Exp. II) ou le relief du symétrique.

» Si les sources donnant les ombres ont une intensité à peu près égale, il devient, chez la plupart des sujets, beaucoup plus difficile d'intervertir le relief; mais, une fois qu'on y est parvenu, on y arrive plus facilement.

» A vrai dire, il ne s'agit pas ici d'une illusion stéréoscopique, et, quand le relief n'est pas ce qu'il devrait être d'après l'expérience I ou l'expérience II, c'est que la

vision s'opère monoculairement. La vision monoculaire donne alors une certaine sensation de relief, par suite d'une interprétation cérébrale qui peut inverser le relief réel quand ce changement ne choque pas notre jugement.

» Helmholtz a donné de nombreux exemples de figures géométriques qui peuvent s'inverser de cette façon (carrelage noir et blanc, mur en escalier, etc.).

» L'examen des ombres nous fournit encore des illusions de mouvement qui peuvent encore se rattacher à cette dernière.

» Une source unique donne sur un écran diffusif l'ombre d'un petit cheval de plomb finement coulé, ayant deux chiens entre les jambes et suspendus par un fil. Pour une même position de l'animal, on arrive à juger la croupe tantôt en avant, tantôt en arrière. Si l'on fait tourner le cheval, on lui assigne tantôt son sens de rotation, tantôt le sens inversé, puis spontanément, ou après avoir passé la main devant les yeux, on voit le cheval se retourner brusquement et continuer à tourner en sens inverse, quoiqu'il soit toujours animé du même mouvement. Ces aspects peuvent se succéder rapidement.

» Dans l'exemple précédent, l'ombre de l'extrémité de l'oreille, par exemple, décrit une ellipse : suivant que l'on juge l'arc inférieur de l'ellipse antérieur ou postérieur, on assigne un sens différent au mouvement.

» Comme je l'ai observé avec M. Charpentier, on peut voir très nettement ces illusions en observant un radiomètre contenant un double système d'ailettes indépendant. On observe directement les ailettes ou leurs ombres projetées, et l'on a toutes les combinaisons possibles d'illusions relativement à leur sens de rotation (surtout en clignant les yeux).

» Ces illusions disparaissent dès qu'il y a réellement vision stéréoscopique. Quand on regarde dans un stéréoscope, la sensation de relief n'apparaît pas toujours immédiatement ; mais, quand elle se produit, elle donne une intensité de sensation qui la fait distinguer nettement de la vision monoculaire.

» Il en est de même dans l'observation radioscopique. Si on la pratique sur le symétrique de l'objet examiné (expérience I, en parallèle), *le signe caractéristique de la perception stéréoscopique sera la possibilité d'amener sans hésitation, au contact d'une région du relief corporel de l'image de l'objet, et avec une grande précision dans sa position dans l'espace, le système de réseau précédemment décrit.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propriétés électrocapillaires des bases organiques et de leurs sels.* Note de M. Gouy.

« J'ai montré antérieurement que les sels de même acide donnent, en solutions équivalentes, des courbes électrocapillaires très peu diffé-

rentes ([1]), quelle que soit la base de ces sels. Il ne s'agissait alors que des bases minérales, y compris l'ammoniaque. Depuis lors, j'ai étudié les sels de bases organiques, et particulièrement les sulfates, phosphates et bromures. L'énoncé qui précède ne s'applique plus à ces sels, et doit être limité aux bases peu ou point actives par elles-mêmes, comme le sont les bases minérales.

» Les bases organiques sont actives, et d'autant plus, en général, que leur molécule est plus complexe. Leurs sels sont eux-mêmes actifs; ainsi les sulfates et phosphates de ces bases donnent une dépression du maximum, tandis que les sels analogues des bases inactives donnent un petit relèvement. De plus, la largeur des courbes est bien moindre avec les sels des bases organiques.

» L'effet produit peut être analysé plus en détail en opérant sur des mélanges, comme je l'ai déjà fait pour d'autres corps ([2]). Prenons, par exemple, une solution normale L_1 de SO^4H^2, et traçons sa courbe électrocapillaire, le large mercure étant avec Hg^2SO^4 dans une solution normale de Na^2SO^4, qui restera invariable. Ajoutons ensuite à L_1 une petite quantité d'une base, par exemple d'amylamine; nous aurons ainsi une solution L_2 contenant un peu de sulfate d'amylamine, avec un grand excès de SO^4H^2. La courbe électrocapillaire de L_2 se confond avec celle de L_1 pour la branche positive, s'en détache en approchant du maximum, et reste ensuite au-dessous d'elle pour la branche négative.

» Si l'on remarque que L_1 et L_2, étant très peu différents au point de vue des ions, doivent par suite prendre sensiblement le même potentiel au contact de la solution de Na^2SO^4 qui baigne le large mercure, on voit que la présence du sulfate d'amylamine ne modifie pas la tension superficielle pour les valeurs de la différence électrique ménisque|électrolyte qui correspondent à la branche positive, et la diminue plus ou moins au voisinage du maximum et au delà de celui-ci sur la branche négative. Les autres bases se comportent de même.

([1]) *Comptes rendus*, 23 juillet 1900. Il s'agit des sels de même famille, des sulfates neutres, par exemple; les sulfates acides forment un autre groupe. La même observation s'applique aux sels (phosphates, arséniates, etc.) qui forment des groupes distincts suivant qu'ils sont mono-, bi- ou trimétalliques; ces différences ne sont pas très importantes. On doit les rapprocher du fait que les acides oxygénés se comportent tous autrement que leurs sels.

([2]) *Comptes rendus*, 19 novembre 1900.

» C'est là précisément l'inverse de ce qui se passait avec les sels minéraux actifs étudiés précédemment, où l'activité était due à l'anion (iodures, etc.). Ainsi, *tandis que l'anion actif déprime surtout la branche positive de la courbe, le cathion actif déprime surtout la branche négative*. Ces deux effets sont donc, en quelque sorte, complémentaires l'un de l'autre.

» Toutefois, les choses sont ici un peu plus complexes, et il faut distinguer deux classes de bases organiques.

» 1° *Bases fortes* (¹). — Ces bases sont à peu près aussi fortes et aussi conductrices que la potasse ou la soude. Aux dilutions faibles ou modérées, les courbes électrocapillaires de la base libre et de ses sels (sulfates, phosphates) sont peu différentes. Dans ce cas, l'effet produit doit être attribué aux cathions libres, la base, aussi bien que ses sels, étant à peu près complètement dissociée en solutions étendues. Ainsi s'explique la quasi-identité des courbes de la base libre et de ses sels, le cathion restant le même.

» 2° *Bases faibles* (²). — La courbe de la base libre a son maximum bien plus déprimé en général que la courbe de ses sels (sulfates, phosphates). Cette courbe de la base libre présente le plus souvent le caractère d'une courbe aplatie à son sommet, à troncature plus ou moins oblique, caractère qui est très ordinaire pour les corps non dissociés en ions, c'est-à-dire pour les non-électrolytes (alcools, éthers, etc.). L'effet produit par la base libre serait donc dû, en majeure partie, à ses molécules non dissociées; l'effet produit par ses sels, plus faible, doit être surtout attribué aux cathions actifs.

» Il y a lieu de remarquer que la dépression du maximum, produite par les bases faibles, est bien plus considérable en général que pour les bases fortes, ce qui confirme l'induction précédente. L'expérience montre, en effet, que les non-électrolytes sont en général bien plus actifs que les électrolytes.

» Avec l'acide bromhydrique, contenant des anions actifs, il y a superposition de diverses actions, et les effets sont plus complexes; je ne m'y arrêterai pas ici. »

(¹) Hydrates de tétraméthylammonium, tétréthylammonium, neurine, choline; hydrates de tétraméthylarsonium, triméthylsulfinium, triéthylsulfinium.

(²) Allylamine, amylamine, diamylamine, triéthylamine, triisobutylamine, benzylamine, aniline, toluidine, xylidine, quinaldine, pipéridine, etc.

CHIMIE. — *Préparation des chlorures anhydres de samarium, d'yttrium et d'ytterbium.* Note de M. CAMILLE MATIGNON.

« La préparation des chlorures anhydres des métaux rares à l'état pur est une opération assez délicate. MM. Duboin ([1]) pour l'yttrium, Muthmann et Stützel ([2]) pour le cérium, le lanthane et les deux didymes, ont montré que la déshydratation des sels hydratés en présence du chlorure d'ammonium ne donnait jamais un produit exempt d'oxychlorure.

» J'ai été conduit naturellement à examiner si le procédé qui m'a permis d'obtenir commodément les chlorures anhydres de néodyme et de praséodyme ([3]) s'appliquerait aussi aux chlorures d'autres métaux rares. J'en ai fait l'application au samarium, à l'yttrium et à l'ytterbium.

» *Samarium.* — Son chlorure anhydre n'a pas encore été préparé. Le sel hydraté cristallise, d'après Clève ([4]), en grandes tables jaunes, de formule $SmCl^3 6H^2O$; évaporé lentement de sa solution aqueuse, il se présente en beaux cristaux isolés, bien formés, mais dont l'étude cristallographique est difficile à cause de leur déliquescence. Ces cristaux, qui agissent sur la lumière polarisée, s'éteignent en lumière parallèle suivant leur axe d'allongement. Leur analyse fournit les résultats suivants en adoptant, comme masse atomique du samarium, la valeur 148 donnée par M. Demarçay :

	Trouvé.		Calculé.
Sm....................	41,08	41,00	40,83

» Le sel hydraté, chauffé progressivement dans un courant de gaz chlorhydrique sec et maintenu à une température voisine de 110°, perd 5^{mol} d'eau; la déshydratation s'arrête ensuite et l'on obtient un nouvel hydrate $SmCl^3 H^2O$. Vers 150°-160°, la dernière molécule d'eau commence à s'éliminer et un chauffage prolongé à 180° laisse un résidu de sel anhydre pur, sous la forme d'une poudre jaune clair.

	Trouvé.	Calculé.
Perte 1re phase : ($SmCl^3.6H^2O$ en $SmCl^3 H^2O$).	25,08	24,82
	Trouvé.	Calculé.
Perte 2e phase : $SmCl^3.H^2O$ en $SmCl^3$........	6,5	6,60

([1]) *Annales de l'École Normale,* 1888, p. 416.
([2]) *Berichte,* 1899, p. 3413.
([3]) C. MATIGNON, *Comptes rendus,* t. CXXXIII, p. 289; t. CXXXIV, p. 427.
([4]) *Comptes rendus,* t. XCVII, p. 94.

» Le chlorure anhydre de samarium, chauffé dans un courant de gaz chlorhydrique sec jusqu'à sa température de fusion, inférieure à 1000°, prend une teinte de plus en plus foncée; il devient brun chocolat lorsqu'il est fondu; par refroidissement, le chlorure cristallise au moment de sa solidification et repasse par les mêmes teintes pour reprendre à la température ordinaire sa teinte initiale. Il a fourni à l'analyse les nombres suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Cl	41,50	41,84
Sm	58,36	58,15

» Le sel anhydre en poudre, projeté dans l'eau, s'y dissout rapidement avec le bruit d'un fer rouge, en donnant une liqueur claire. Abandonné à l'air, il s'empare peu à peu de l'humidité, s'hydrate et se dissout ensuite dans l'eau qu'il continue à attirer grâce à sa déliquescence.

» *Yttrium.* — Le chlorure est déjà connu à l'état anhydre et hydraté (Clève, Duboin). Je l'ai préparé, ainsi que celui d'ytterbium, à partir des oxydes correspondants mis obligeamment à ma disposition par M. Urbain. Les cristaux obtenus par une évaporation lente de la solution aqueuse sont en prismes isolés, bien nets, mais déliquescents. Ils agissent sur la lumière polarisée : l'extinction se produit à 39°-40° de l'axe d'allongement du cristal; ils paraissent être clinorhombiques.

» Le chlorure hydraté fond vers 160°; le point de fusion exact est difficile à déterminer, à cause de la déliquescence.

» Chauffé dans le gaz chlorhydrique, le chlorure d'yttrium perd 5^{mol} d'eau vers 110° et la dernière à 170°-180°; conséquemment, il existe un monohydrate YCl^3H^2O. Pour Y = 88,6 j'ai obtenu :

	Trouvé.	Calculé.
Perte, 1re phase : $YCl^3.6H^2O$ en YCl^3H^2O.	30,50	29,70
Perte, 2e phase	8,30	8,44

» La déshydratation se fait plus lentement ici que dans le cas du praséodyme et du néodyme. Le sel anhydre a donné à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
Y	45,50	45,41

» A sa température de fusion, voisine de celle du samarium, le chlorure d'yttrium n'est pas sensiblement volatil; après fusion, il se présente en une masse de belles lamelles blanches et brillantes.

Ytterbium. — Je n'ai trouvé dans aucun Ouvrage la description du chlorure d'ytterbium anhydre ou hydraté. Il cristallise de sa solution aqueuse en beaux cristaux isolés, incolores, transparents, tout à fait semblables aux cristaux de chlorure d'yttrium : comme ces derniers, ils agissent sur la lumière polarisée et donnent le même angle d'extinction; ils sont aussi très déliquescents; leur formule est la même $YbCl^3.6H^2O$; l'isomorphisme de ces deux chlorures ne me paraît pas douteux. L'analyse a donné pour Yb = 172,6 :

	Trouvé.		Calculé.
Yb	44,23	44,4	44,58

» Dans le gaz chlorhydrique, le chlorure se déshydrate en deux phases, comme le précédent, mais la déshydratation est plus rapide. On reconnaît encore ici l'existence du monohydrate $YbCl^3H^2O$:

	Trouvé.	Calculé.
Perte, 1re phase : $YbCl^3.6H^2O$ en $YbCl^3H^2O$.	23,55	23,25
Perte, 2e phase : $YbCl^3H^2O$ en $YbCl^3$........	6,15	6,06

» Le chlorure hydraté fond de 150° à 155°, il est un peu plus fusible que celui d'yttrium; l'inverse se produit sur les sels anhydres : portés tous deux au rouge dans le même tube, le chlorure d'ytterbium fond après celui d'yttrium. En outre, au-dessus de sa température de fusion, il est sensiblement plus volatil que celui d'yttrium; la sublimation le donne en petits cristaux très brillants. La masse obtenue après fusion est cristalline et à sa surface émergent souvent des cristaux bien formés.

» Tous ces chlorures anhydres se dissolvent dans l'eau avec un grand dégagement de chaleur et dans l'alcool absolu.

» En résumé, j'ai : 1° préparé simplement les chlorures anhydres de samarium, d'ytterbium et d'yttrium : les deux premiers chlorures n'avaient pas encore été obtenus; 2° signalé le chlorure d'ytterbium $YbCl^3.6H^2O$ isomorphe avec celui d'yttrium; 3° reconnu l'existence des trois chlorures monohydratés $SmCl^3H^2O$, YCl^3H^2O et $YbCl^3H^2O$. »

CHIMIE. — *Oxyde cuivrique ammoniacal.* Note de M. **Bouzat**.

« J'ai montré, dans une Note précédente, que les sels cuivriques ammoniacaux doivent être considérés non comme des sels basiques ordinaires, mais comme les sels de bases complexes. Il y a lieu de déterminer la chaleur de formation de l'oxyde cuivrique ammoniacal et sa chaleur de neutralisation par les divers acides, c'est-à-dire la chaleur de neutralisation de l'oxyde de cuivre et de l'ammoniaque combinés et non plus pris isolément.

» L'hydrate cuivrique employé a été l'hydrate bleu de Péligot, préparé par précipitation d'un sel cuivrique ammoniacal au moyen de la potasse. L'hydrate obtenu par précipitation d'un sel cuivrique ordinaire a en effet, s'il n'est pas lavé très vite, l'inconvénient de noircir rapidement, en se déshydratant en partie, et de devenir alors moins facilement soluble dans l'ammoniaque. Pour que l'excès d'ammoniaque soit aussi faible que possible, la solution d'hydrate cuivrique dans l'ammoniaque concentrée a été abandonnée à froid sous une cloche en présence d'acide sulfurique, jusqu'à apparition d'un précipité. La liqueur filtrée sur du coton de verre a toujours présenté une composition voisine de $CuO\,25\,AzH^3$ ($1^{mol} = 5^l,5$). On a eu soin de la conserver dans des flacons bien bouchés, de façon à éviter la formation de carbonate cuivrique ammoniacal. Les expériences calorimétriques ont été faites avec une solution de composition $CuO\,28\,AzH^3 = 14^l$.

» CHALEUR DE NEUTRALISATION :

		Différence entre CuO et la base complexe.	CuO précipité seul.	Différence entre 2AzH³ et la base complexe.	2AzH³ seule.
	Cal		Cal		Cal
$CuO\,2\,8\,AzH^3$ diss. (14^l) + SO^4H^2 diss. (4^l)	= 35,5.	16,8	18,7	6,45	29,05
» + $2HCl$ (4^l)	= 32,1.	17,1	15,0	7,2	24,9
» + $2AzO^3H$ (4^l)	= 31,8.	16,8	15,0	6,6	25,2
» + $2CH^3CO^2H$ (4^l)	= 30,0.	17,6	12,4	6,2	23,8

» Le fait même que 1^{mol} d'acide, mise en présence de 1^{mol} d'hydrate cuivrique dissoute dans l'ammoniaque, produit un dégagement de chaleur supérieur à la chaleur de neutralisation de l'hydrate cuivrique et à la chaleur de neutralisation de l'ammoniaque prouve que cette molécule d'acide neutralise non pas l'hydrate cuivrique ou l'ammoniaque, mais une base complexe résultant de l'union des deux bases simples et plus forte que chacune d'elles. La base complexe étant neutralisée, si l'on ajoute une seconde molécule d'acide, on doit trouver la chaleur de neutralisation de l'ammoniaque. On a obtenu, en effet, par l'addition d'une seconde molécule d'acide sulfurique ($1^{mol} = 4^l$), un dégagement de chaleur de $29^{Cal},6$. D'autre part :

$$SO^4H^2(4^l) + 2\,8\,AzH^3(14^l) = 29^{Cal},3.$$

» On peut remarquer que la base cuivrique ammoniacale contenue dans $CuO\,2\,8\,AzH^3 = 14^l$ satisfait à la loi connue sur les chaleurs de combinaison des diverses bases avec un même acide : la différence entre sa chaleur de neutralisation et la chaleur de neutralisation de l'hydrate cuivrique ou de l'ammoniaque par le même acide est sensiblement constante quel que soit l'acide.

» CHALEUR DE FORMATION. — Des équations

(1) $CuO\,2\,8\,AzH^3$ diss. (14^l) + SO^4H^2 diss. (4^l) = $SO^4Cu\,2\,8\,AzH^3$ diss. (18^l) + $35^{Cal},5$
(2) CuO précipité + SO^4H^2 diss. (4^l) = SO^4Cu diss. (4^l) + $18^{Cal},7$
(3) SO^4Cu diss. (4^l) + $2\,8\,AzH^3$ diss. (14^l) = $SO^4Cu\,2\,8\,AzH^3$ diss. (18^l) + $21^{Cal},0$

on tire

(4) CuO précipité + $2\,8\,AzH^3$ diss. (14^l) = $CuO\,2\,8\,AzH^3$ diss. (14^l)..... + $4^{Cal},2$

» Les réactions correspondantes avec l'acide chlorhydrique ont conduit, pour la réaction (4), à + $4^{Cal},4$; avec l'acide acétique, à + $4^{Cal},3$: ce qui concorde.

» On a étudié les variations de la chaleur de formation et des chaleurs de neutralisation de l'oxyde cuivrique ammoniacal tant sous l'influence de la dilution par l'eau pure que sous l'influence d'un excès d'ammoniaque à dilution constante.

» Les expériences, qu'il serait trop long de développer ici, ont montré que, dans les limites de $CuO\,2\,8\,AzH^3 = 10^l$ à $CuO\,2\,8\,AzH^3 = 56^l$ et de $CuO\,2\,8\,AzH^3$ (14^l) à $CuO\,4\,2\,AzH^3$ (14^l), la chaleur de combinaison de l'hydrate cuivrique et de l'ammo-

niaque et la chaleur de neutralisation par les différents acides de la base complexe formée ne varient que de quelques dixièmes de calorie. La dissociation de la base complexe contenue dans la dissolution $CuO\,28AzH^3 = 14^l$ paraît donc faible ainsi que celle de ses sels $SO^4Cu\,28AzH^3$ (18^l) par exemple.

» En résumé, il résulte des nombres donnés : 1° que la base cuivrique ammoniacale est formée à partir de l'hydrate cuivrique et de l'ammoniaque avec un faible dégagement de chaleur; 2° que cette base est une base très forte, beaucoup plus forte que l'ammoniaque, ce qui peut être vérifié par les phénomènes de déplacement auxquels elle donne lieu. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acétylacétate d'éthyle monochloré sur les chlorures diazoïques.* Note de M. G. FAVREL, présentée par M. A. Haller.

« Dans un travail antérieur, Francis Japp et Klingemann [1] ont montré que le méthylacétylacétate d'éthyle et l'éthylacétylacétate d'éthyle réagissaient sur le chlorure de diazobenzène pour donner, le premier le benzène-azopropionate d'éthyle ou phénylhydrazone du pyruvate d'éthyle, le deuxième le benzène-azobutyrate d'éthyle. Dans les deux cas, le groupe acétyle de l'éther acétylacétique substitué est éliminé sous forme d'acide acétique, de sorte que la réaction peut se traduire par l'équation générale

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CO \\ | \\ CH-R \\ | \\ CO^2C^2H^5 \end{array} + C^6H^5Az = Az - OH = \begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ COOH \end{array} + C^6H^5AzH - Az = \begin{array}{l} C - R \\ | \\ CO^2C^2H^5 \end{array}$$

dans laquelle R désigne le groupe CH^3 ou le radical C^2H^5.

» Il était intéressant de savoir si la réaction se passerait de la même façon, lorsque le radical R de l'éther acétylacétique substitué serait remplacé par le chlore.

» $9^g,3$ d'aniline sont dissous dans 100^{cm^3} d'eau et 25^{cm^3} d'acide chlorhydrique. Le mélange refroidi à zéro est additionné peu à peu de 100^{cm^3} de nitrite de soude normal. Dans le chlorure de diazobenzène ainsi obtenu, on verse 50^g d'acétate de soude dissous dans 100^{cm^3} d'eau, puis ensuite 16,40 d'acétylacétate d'éthyle monochloré. Après agitation prolongée le mélange se trouble et laisse déposer une huile rouge épaisse.

---

(1) FRANCIS JAPP et KLINGEMANN, *B. d. ch. G.*, t. XX, 1887, p. 2942.

» Cette dernière, séparée du reste du liquide et soumise à l'évaporation, donne des cristaux que l'on sépare de la partie liquide en jetant le tout sur une plaque poreuse. Deux ou trois cristallisations dans l'alcool absolu fournissent des cristaux de couleur jaune pâle, volumineux, très nets fondant à la température de 80°-81°. Ils ont la composition centésimale de la phénylhydrazone du glyoxylate d'éthyle chloré, dont la formation s'explique par l'équation

$$C^6H^5Az=Az-OH+\begin{array}{l}CH^3\\ |\\ CO\\ |\\ CH-Cl\\ |\\ CO^2H^5\end{array}=CH^3COOH+C^6H^5Az\begin{array}{l}\diagup H\\ \diagdown Az=\begin{array}{l}C-Cl\\ |\\ CO^2C^2H^5.\end{array}\end{array}$$

» On remarquera que le corps ainsi obtenu peut être considéré comme la phénylhydrazone du chloroxalate d'éthyle. C'est le premier exemple d'une hydrazone dérivée d'un chlorure acide.

» En remplaçant, dans la préparation précédente, 9g, 3 d'aniline par 10g, 7 de paratoluidine, on obtient, dans les mêmes conditions, une huile qui, abandonnée à elle-même, laisse déposer des cristaux. Ces derniers, purifiés par cristallisation dans l'alcool, se présentent sous forme de petites aiguilles jaunes qui s'altèrent peu à peu à la lumière et ont la composition de la paratoluylhydrazone du chloroxalate d'éthyle. Point de fusion, 103°-104°.

» Enfin, on obtient de la même façon l'orthotoluylhydrazone du chloroxalate d'éthyle, qui, après cristallisation dans l'alcool, se présente sous forme de petites aiguilles à peine jaunes, fondant à 74°-75°.

» En résumé, l'acétylacétate d'éthyle monochloré réagit sur les chlorures diazoïques comme le méthylacétylacétate d'éthyle et l'éthylacétylacétate d'éthyle. Il y a élimination du groupe acétyle et formation d'hydrazones, dans la composition desquelles entre le radical substitué (qui est ici le chlore) à l'atome d'hydrogène de l'éther acétylacétique.

» On obtient par suite, aussi, des corps ayant la composition des hydrazones dérivées du chloroxalate d'éthyle.

» Je me propose de continuer l'étude des propriétés de ces corps. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques sels de benzylamine.* Note de M. René Dhommée. (Extrait.)

« *Azotate de benzylamine* : $C^6H^5-CH^2AzH^2, AzO^3H$. — Il s'obtient en mélangeant une solution de benzylamine dans l'eau et de l'acide azotique dilué, de manière qu'à une molécule de benzylamine corresponde une molécule d'acide azotique. Après concentration, il cristallise rapidement, en tablettes hexagonales, incolores, fondant à 136°.

» Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool à 95° : à 19°, 100$^{cm^3}$ d'eau dissolvent 28^g,6 d'azotate, et 100$^{cm^3}$ d'alcool 20^g,7. Il est complètement insoluble dans l'éther et se décompose dans l'acétone.

» *Sulfate acide de benzylamine* : $C^6H^5-CH^2AzH^2, SO^4H^2$. — Il résulte du mélange d'une solution contenant une molécule de benzylamine avec une solution contenant un peu plus d'une molécule d'acide sulfurique. En laissant l'eau s'évaporer lentement, le sulfate cristallise en belles aiguilles incolores, fondant à 93°.

» Il est très soluble dans l'eau; à 19°, 100$^{cm^3}$ d'eau dissolvent 60^g,6 de sulfate. Il est soluble dans l'acétone et dans l'alcool. A 19°, 100$^{cm^3}$ d'acétone dissolvent 32^g,4 de sulfate et 100$^{cm^3}$ d'alcool à 95°, 26^g. Il est complètement insoluble dans l'éther.

» *Borate de benzylamine* : $(C^6H^5-CH^2AzH^2, 2B^2O^3)^2+3H^2O$. — Il s'obtient par l'action de 2^{mol} d'acide borique dissous dans l'eau sur 1^{mol} de benzylamine. Après concentration, il cristallise de l'eau en petites tablettes incolores, se décomposant sans fondre au-dessus de 200°.

» Il est soluble dans l'eau; à 19°, 100$^{cm^3}$ d'eau dissolvent 12^g,2 de borate. Il est peu soluble dans l'alcool et dans l'acétone. A 19°, 100$^{cm^3}$ d'alcool à 95° dissolvent 1^g,9 de borate et 100$^{cm^3}$ d'acétone 0^g,54. Il est complètement insoluble dans l'éther.

» *Chromate neutre de benzylamine* : $(C^6H^5-CH^2AzH^2)^2CrO^3+2H^2O$. — On le prépare en faisant réagir 1^{mol} d'acide chromique dissous dans l'eau sur 2^{mol} de benzylamine. Par évaporation lente, il cristallise de l'eau en belles tablettes jaune d'or, ne fondant pas et se décomposant vers 60°.

» Il est soluble dans l'eau; à 19°, 100$^{cm^3}$ d'eau dissolvent 4^g,99 de chromate. Il est complètement insoluble dans l'éther, se décompose dans l'acétone et dans l'alcool.

» *Oxalate neutre de benzylamine* : $(C^6H^5-CH^2AzH^2)^2C^2O^4H^2$. — Il s'obtient par l'action de 1^{mol} d'acide oxalique dissous dans l'eau sur 2^{mol} de benzylamine. Il cristallise rapidement en prismes incolores, fondant à 195°.

» Il est soluble dans l'eau; à 15°, 100$^{cm^3}$ d'eau dissolvent 7^g,39 d'oxalate. Il est presque insoluble dans l'alcool à 95°, 100$^{cm^3}$ à 15° en dissolvent 0^g,05. Il est complètement insoluble dans l'éther et dans l'acétone.

» *Benzoate de benzylamine* : $C^6H^5-CH^2AzH^2, C^6H^5-CO^2H$. — Il résulte de l'action d'une molécule d'acide benzoïque dissous dans l'alcool sur une molécule de benzylamine. Il cristallise rapidement de l'alcool en fines aiguilles incolores, fondant à 132°-134°.

» Il est soluble dans l'alcool; à 19°, 100$^{cm^3}$ d'alcool à 95° dissolvent 8^g,76 de benzoate. Peu soluble dans l'éther; à 19°, 100$^{cm^3}$ en dissolvent 0^g,2. Presque insoluble dans l'eau; à 19°, 100$^{cm^3}$ en dissolvent 0^g,03. Il se décompose dans l'acétone. »

ZOOLOGIE. — *Sur* Staurosoma parasiticum *Will, Copépode gallicole, parasite d'une Actinie.* Note de MM. **M. Caullery** et **F. Mesnil**, présentée par M. Alfred Giard.

« Nous présentons un résumé de nos recherches sur *Staurosoma parasiticum*, Copédode parasite d'*Anemonia sulcata* Penn. Il a été signalé et

décrit d'une façon très satisfaisante pour l'époque par Fr. Will ([1]), en 1844. Depuis, il n'a plus été réétudié. L'un de nous l'a rencontré en abondance dans l'anse Saint-Martin, près du cap de la Hague (Manche), au cours de ses recherches physiologiques sur les Actinies, et nous l'avons retrouvé dans les *Anemonia sulcata* du golfe de Marseille, où la proportion d'individus parasités est notablement plus faible. *Staurosoma* forme, dans les cloisons mésentériques des Actinies, de véritables galles, souvent grégaires, atteignant la grosseur d'une noisette.

» Femelle. — Dans la galle, l'animal est courbé en arc de cercle. Il présente donc une face convexe et une face concave. Extrait et étendu, il a la forme d'une croix à double branche transversale et atteint 25^{mm} de long. Le corps se décompose en 9 segments. Le premier se prolonge, à ses angles antéro-latéraux, par deux petits tubercules légèrement rétractiles; sur la face convexe du parasite (nous verrons que c'est la face ventrale), il porte, en outre, trois petits tubercules en ligne droite; il en présente un sur la face concave (dorsale). Les quatre lobes transversaux s'insèrent sur les segments 2 et 3 et offrent chacun deux constrictions annulaires; à leur naissance, du côté concave, on distingue des ébauches de quatre tubercules peu marqués. Au septième anneau, est appendue une petite masse allongée mesurant environ 2^{mm} et s'insérant dans une dépression médiane. C'est le mâle. Il y en a quelquefois deux. Il n'existe aucune trace d'appendices proprement dits sur aucun des segments et rien n'indique que ceux-ci équivalent à des anneaux typiques de Copépode. Les orifices génitaux étant sur le septième segment, les deux derniers représentent l'abdomen; il est donc rudimentaire. La cavité du corps est remplie d'un liquide laiteux, rosé, qui s'échappe par la moindre déchirure, et l'animal, très mou, se ratatine alors sous l'influence de la musculature interne.

» L'étude *in toto* et celle des coupes sériées montrent une chitine très mince et très molle. Dans la paroi ectodermique, on trouve en abondance de grosses cellules glandulaires, piriformes, chromophiles, disposées en rosettes, s'ouvrant à l'extérieur, et enserrées superficiellement par une autre rosette d'autant de cellules plus petites et contractiles. Ce sont évidemment des glandes muqueuses se déversant au dehors. La paroi est renforcée de quelques couches de cellules mésenchymateuses, et l'on rencontre aussi du tissu de même nature dans la cavité du corps. Ce mésenchyme est fréquemment chargé de graisse.

» Le *tube digestif* est un grand sac s'étendant tout le long du corps et se prolongeant latéralement dans les lobes transversaux. Sa paroi est formée d'une seule couche de cellules d'aspect glandulaire, souvent chargées de graisse. Ces cellules s'hypertrophient en boules qui tombent dans la lumière de l'organe. L'anus est du côté convexe, à l'extrémité de l'avant-dernier anneau. Quant à l'œsophage, c'est un mince tube perpendiculaire à l'axe de l'animal et aboutissant sous une curieuse plaque chitineuse, où s'implante un feutrage de soies très dense. Cette plaque est située sur la face

([1]) F. Will, *Archiv f. Naturgesch.*, X. Jahrg., t. I, p. 337-343, pl. X, fig. 1-9.

convexe, juste au-dessous du tubercule médian du premier anneau. Elle est sécrétée par l'ectoderme formant à cet endroit un épithélium cylindrique élevé. Chez une partie des individus, l'œsophage fait complètement défaut, et l'on peut se demander s'il est vraiment fonctionnel quand il existe; il ne peut, en tout cas, passer par là que des liquides.

» Le *système nerveux* forme une masse compacte située sur la face convexe, enserrant étroitement l'œsophage, appliquée immédiatement contre l'appareil chitineux dont nous venons de parler et s'étendant jusqu'à la première paire de lobes transversaux. Il en part quelques nerfs. Cette position du système nerveux, celles de la bouche et de l'anus déterminent la face convexe de l'animal comme ventrale. Les relations du système nerveux et de la plaque chitineuse indiquent que celle-ci a un rôle sensoriel.

» Les *glandes génitales*, sur les individus jeunes, forment deux masses latérales, dans l'intervalle des deux paires de lobes transversaux, réunies par une bandelette dorsale par rapport au tube digestif. Les oviductes constituent deux tubes latéraux se réunissant à leur partie terminale en un sac transversal dorsal, l'utérus, lequel débouche au dehors par deux pores latéraux sur le 7e anneau; ces pores sont fortement garnis de muscles.

» Les *œufs pondus* forment deux longs cordons enroulés plusieurs fois autour de la femelle et dont la couleur varie, suivant le stade, du mauve clair au brun chocolat.

» Mâle. — Il est fixé à la femelle, à la face concave, c'est-à-dire dorsale, du 7e anneau de celle-ci et par sa propre face ventrale. Il mesure environ 2^{mm} de long. Il se compose d'un segment antérieur, suivi de deux autres prolongés en lobes transversaux, puis d'une portion plus longue, cylindrique. La face ventrale du 1er segment offre, vers l'extrémité postérieure, deux tubercules formant légèrement ventouse et, en arrière d'eux, sur la ligne médiane, un appareil chitineux contenant la bouche. C'est surtout par là que le mâle adhère à la femelle. Le tube digestif, le système nerveux, les glandes génitales ont en somme les mêmes rapports que chez la femelle. Les canaux déférents s'ouvrent aussi par deux pores latéraux musculeux, immédiatement en arrière des lobes transversaux. Will n'avait pas reconnu la nature du mâle; il l'avait considéré comme un simple organe de la femelle.

» Rapports avec l'hôte. — Ils supposent des conditions physiologiques particulières et très intéressantes. L'animal (ou mieux le couple) est enfermé dans une galle *complètement close* (comme l'ont montré des coupes sériées), creusée dans l'épaisseur de la couche conjonctive musculaire d'une cloison mésentérique de l'Actinie. La femelle y est fortement courbée sur elle-même, la face convexe (ventrale) étant appliquée contre la paroi. La galle est remplie d'un liquide prenant fortement l'hématéine, et élaboré probablement partie par l'Actinie (il semble bien que la paroi endodermique de la galle est hypertrophiée), partie par le parasite (peut-être par les glandes en rosette). Le parasite se nourrit par absorption de ce liquide, par la bouche, mais probablement aussi par toute sa surface, puisque la bouche peut manquer.

» Évolution du parasite. — Les œufs se développent dans la galle jusqu'à un stade *Nauplius* typique de Copépode. La galle doit se rompre à un moment donné pour permettre la sortie des larves. Nous n'avons pas assisté à la pénétration de celles-ci dans le nouvel hôte. Mais nous avons coupé par hasard une galle très petite, à peine visible à l'œil nu. Elle était déjà close. Son parasite, à peine plus gros qu'un *Nau-*

plius, n'avait plus aucun des traits caractéristiques d'un Copépode. Nous concluons de là que *Staurosoma* pénètre de bonne heure dans l'hôte et y subit une métamorphose régressive immédiate, analogue, par exemple, à celle que Malaquin a observée chez les Monstrillides.

» Quant à la position systématique de *Staurosomà* parmi les Copépodes, elle est jusqu'ici très isolée, l'état adulte ne se rapprochant d'aucune autre forme. »

ZOOLOGIE. — *Bactéries parasites de l'intestin des larves de Chironome.* Note de M. Louis Léger, présentée par M. Alfred Giard.

« Les larves du Chironome commun, *Chironomus plumosus* L., qui vivent dans les eaux vaseuses riches en matières organiques en décomposition, hébergent souvent de nombreuses espèces de Bactéries dont la plupart, simplement absorbées avec la nourriture, sont, soit digérées, soit expulsées telles quelles avec les excréments et ne doivent pas, par conséquent, être considérées comme des parasites. Mais, à côté de ces formes qui se retrouvent en grand nombre dans les eaux d'égout, il en est d'autres qui méritent d'attirer l'attention, car ce sont de véritables parasites de l'intestin de la larve, susceptibles d'imprimer une physionomie pathologique particulière aux différentes régions du tube digestif dans lesquelles elles pullulent.

» Parmi ces dernières, je signalerai ici trois formes que j'ai eu l'occasion de rencontrer au cours de mes recherches sur la parasitologie des Diptères. Ce sont, par ordre de fréquence :

» A. Un *Streptothrix* Cohn em. Migula, très fréquent, qui, sous forme de longs filaments hyalins de $1^{\mu},50$ de large, forme des faisceaux ou des écheveaux inextricables dans l'intestin postérieur.

» Ces filaments, dont un grand nombre renferment des conidies ovoïdes de $2^{\mu},80$ de long, sont parfois si nombreux dans le rectum que celui-ci est énormément distendu par les parasites. Ce *Streptothrix* ne se rencontre que très rarement dans l'intestin moyen.

» B. Un *Bacillus* Cohn, beaucoup moins fréquent que l'espèce précédente, mais qui coexiste souvent avec elle. Il se présente à l'état végétatif sous la forme de petits bâtonnets droits ou légèrement incurvés pouvant atteindre de 6^{μ} à 8^{μ} de long.

» Ce Bacille se rencontre parfois libre et mobile dans l'intestin, mais le plus souvent, il vit planté par une extrémité à la surface des cellules épithéliales, entre les bâtonnets de la bordure en brosse. On le rencontre à la surface des cellules du ventri-

cule chylifique, surtout dans la région moyenne et postérieure où il forme des colonies parfois si denses qu'il disloque et détruit les bâtonnets de la brosse auxquels il se substitue en quelque sorte. Il n'est pas rare de l'observer également au début de l'intestin postérieur. Au terme de sa croissance, cette Bactérie donne une spore ovoïde de $1^{\mu},70$ de long, à son extrémité libre qui se renfle. Puis la Bactérie se détache et présente l'aspect en baguette de tambour du Bacille du charbon symptomatique. D'innombrables amas de ces Bactéries sporulées, devenues libres, encombrent la partie postérieure de l'intestin et sont finalement rejetés à l'extérieur.

» Une espèce, très voisine sinon identique à la précédente, se rencontre dans les larves d'Eristale qui vivent côte à côte avec celles de Chironome. Duboscq et moi avons également rencontré, au début de l'intestin postérieur du Grillon domestique, une Bactérie filamenteuse qui présente un mode de fixation analogue.

» C. La troisième espèce de Bactérie de l'intestin des larves de Chironome est beaucoup plus rare que les deux premières, en compagnie desquelles on la rencontre parfois; mais elle est extrêmement intéressante à observer. C'est une *Spirillacée* qui rentre dans le genre *Spirochaeta* Ehrenb. d'après la systématique de Migula (*Die Pflanzenfamilien* d'Engler, 1896). Son corps extrêmement ténu et filiforme présente constamment des ondulations rapides. Il mesure en moyenne, à l'état adulte, 15^{μ} à 20^{μ} de long et présente sur cette longueur quatre à cinq courbures très peu prononcées.

» De même que la Bactérie précédente, le Spirochète vit fixé par une de ses extrémités à la surface des cellules épithéliales de l'intestin moyen, tandis que tout le reste du corps est constamment animé de rapides vibrations. Certaines cellules de l'intestin sont ainsi recouvertes de nombreux Spirochètes implantés sur ou entre les bâtonnets de la brosse et donnent d'une façon étonnante l'illusion de cellules vibratiles. En divers points de l'épithélium correspondant aux colonies de Spirochètes, se produisent ainsi de véritables plages vibratiles pathologiques, faciles à voir sur le vivant, en examinant à l'immersion la surface interne de l'intestin moyen légèrement comprimé.

» Comme pour la Bactérie précédente, il arrive parfois que la bordure en brosse de la cellule est détruite et les Spirochètes sont alors directement implantés sur la cellule. Les colonies de cette Spirillacée ne se rencontrent pas dans le proventricule, tout au plus y observe-t-on, très rarement, des individus isolés. Elles sont au contraire souvent très nombreuses dans la région moyenne et postérieure du ventricule chylifique. Exceptionnellement on peut en voir au commencement de l'intestin postérieur, mais là, elles ne sont jamais très nombreuses et, plus souvent, ce sont des Spirochètes libres, provenant de l'intestin moyen, que l'on rencontre dans cette région.

» Les Spirochètes du Chironome ont de grandes analogies avec le *Sp. anserina* de la *Spirillose* des Oies et le Spirille d'Obermeyer. Lorsqu'ils sont détachés de l'épithélium, ils forment des faisceaux ou des amas étoilés dans le liquide intestinal. Dans le liquide physiologique ils forment bientôt des agglomérations en peloton, ralentissent leurs mouvements et dégénèrent en montrant des renflements ou des nodosités sur la longueur de leur spire, phénomènes qui rappellent tout à fait la bactériolyse de *Sp. anserina* bien étudiée par Cantacuzène.

» Si j'ai cru devoir insister particulièrement sur ces Spirilles parasites,

c'est que tout observateur débutant, non prévenu, pourrait les prendre pour des cils et croirait ainsi trouver la confirmation de l'étonnante découverte de P. Vignon ([1]) qui a fait connaître, comme on le sait, la présence de cils vibratiles dans l'intestin des larves de Chironomes, particularité pour ainsi dire unique dans tout le groupe des Arthropodes. La confusion serait d'autant plus aisée que nos Bactéries ondulantes se trouvent précisément dans les régions de l'intestin où P. Vignon a découvert les cellules vibratiles.

» Sans vouloir me prononcer sur cette découverte qui a été contrôlée par des savants comme MM. Yves Delage, Hérouard, Labbé et Poirault ([2]), je crois toutefois devoir faire remarquer que l'existence de cils vibratiles appartenant en propre aux cellules de l'intestin du Chironome, reste un fait extrêmement rare ou extraordinairement difficile à constater. Pour ma part, je ne puis le confirmer malgré de nombreuses observations faites sur des larves de tout âge, et je ne crois pas que, jusqu'ici, un autre ait été plus heureux que moi. »

ZOOLOGIE. — *Des variations quantitatives du plankton dans le lac Léman.* Note de M. Émile Yung, présentée par M. Yves Delage.

« Une série de pêches verticales étagées, pratiquées en 1898 tous les 15 jours au moyen du filet Apstein, petit modèle (10^{cm} d'ouverture), en vue de déterminer les variations quantitatives du plankton dans les eaux du lac Léman, m'avait conduit à reconnaître l'existence d'un grand maximum au printemps (mai et juin), d'un petit maximum à la fin de l'automne (décembre), et de deux minima en mars et en septembre ([3]). Ces données furent confirmées la même année sur le lac de Neuchâtel par O. Fuhrmann. Elles concordaient à peu près avec celles obtenues par divers naturalistes sur d'autres lacs de l'Europe et de l'Amérique du Nord, et elles semblaient établir une relation entre la quantité du plankton et la température de l'eau. Les courbes que je publiai alors indiquaient, en

---

([1]) P. Vignon, *Sur l'histologie du tube digestif de la larve de* Chironomus plumosus (*Comptes rendus,* t. CXXVIII, 1899).

([2]) P. Vignon, *Différenciations cytoplasmiques, cils vibratiles et cuticules* (*Archives de Zool. exp.*, 3e série, t. VIII, *Notes et Revue,* p. 4, 1900).

([3]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1899.

particulier, que le plankton abonde quand l'eau est tiède, mais qu'il se raréfie aux époques où la température ambiante atteint son maximum et son minimum.

» J'ai poursuivi cette étude durant les années 1900 et 1901, dosant les produits de pêches mensuelles faites avec un filet de 24^{cm} d'ouverture et procédant d'ailleurs comme je l'avais fait au cours de ma campagne de 1898. Les résultats de ces deux dernières années ne corroborent point ceux de 1898 et ne concordent pas entre eux. C'est ainsi que le grand maximum a été constaté en janvier au lieu de mai, et le petit maximum en juin et juillet au lieu de décembre. Quant aux minima de 1900, ils coïncident avec les mois d'avril et de septembre, tandis que ceux de 1901 se sont rencontrés en avril et août.

» J'ajoute que les quantités absolues du plankton récolté pendant les 3 années en question ont varié dans de larges limites d'une année à l'autre.

» D'autre part, mes dernières pêches confirment, en les accentuant, les conclusions auxquelles j'étais arrivé relativement à l'extrême inégalité de la répartition du plankton dans un vaste bassin lacustre comme le Léman.

» Cette inégalité est telle qu'elle rend tout à fait illusoires les conclusions auxquelles peut conduire la méthode ordinairement employée, consistant en pêches périodiques pratiquées sur un même lieu. Efficace peut-être sur les petits lacs du Holstein, où elle fut d'abord appliquée par Apstein, parce que le plankton y est homogène, cette méthode doit être abandonnée dans les grands lacs où la densité du plankton varie parfois considérablement d'une heure à l'autre sur un même point, ainsi qu'elle varie au même instant entre deux localités voisines.

» Il m'est arrivé de constater, sur mon lieu ordinaire de pêche, des variations horaires et journalières dont la valeur dépasse celle des variations mensuelles et dont la cause réside dans la formation d'essaims, de *chemins d'animaux*, etc. Dans ces conditions, on ne parviendra à se faire une idée exacte de la distribution du plankton dans les grands lacs et de ses variations saisonnières et annuelles qu'en multipliant beaucoup les pêches dans le temps et dans l'espace.

» Nos notions actuelles dans ce domaine reposent sur des recherches fragmentaires s'étendant à quelques mois de l'année, rarement à une année entière, et non à des séries d'années. Faites, d'ailleurs, par des procédés divers et dont les résultats — l'expérience l'a prouvé — ne sont point

comparables, elles ne justifient aucune des généralisations auxquelles on s'est prématurément livré.

» Il serait donc désirable que les planktologues, avant d'aller plus loin dans une voie défectueuse, se concertassent sur les procédés d'investigation afin de les unifier et de rendre leurs résultats comparables; il est inutile par des publications hâtives d'encombrer la littérature de documents sans portée ([1]). »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence du tissu osseux chez certains Poissons des terrains palæozoïques de Canyon City (Colorado).* Note de M. Léon Vaillant, présentée par M. Albert Gaudry.

« En 1891, M. Walcott a signalé dans des couches argileuses aux environs de Canyon City, couches rapportées au Silurien inférieur, de nombreuses écailles provenant de Poissons ganoïdes, d'un type vraisemblablement Crossoptérygien. Ayant prié le Dr Otto Jaekel d'examiner ces écailles au point de vue histologique, celui-ci fut amené à conclure que, sur les coupes, on reconnaissait la présence de tubes dentineux et d'ostéoplastes. Toutefois, pour l'existence de ces derniers éléments anatomiques, ce savant fait remarquer qu'on les découvre uniquement par ces jeux de lumière, qui en indiquent la présence dans les préparations où la cavité ostéoplastique n'est pas remplie d'une substance assez différente comme réfringence du tissu ambiant pour apparaître avec cette netteté qu'on connaît dans les préparations d'os sec où ces cavités sont pleines d'air. Comme il s'agit ici de débris fossiles que les actions extérieures ont toujours, avec le temps, plus ou moins modifiés dans leur texture, on pouvait rester en doute sur la signification réelle des éléments observés.

» M. Gaudry, qui avec M. Boule visita, il y a peu d'années, Canyon City, ayant bien voulu me remettre un fragment de la roche en question ramassé sur place, une douzaine de coupes microscopiques ont pu être faites et, sur une de celles-ci, un accident heureux de fossilisation permet de compléter les observations précédentes.

» Dans un espace circulaire, très probablement la coupe d'une de ces épines coniques qui ornent les écailles de quelques-uns de ces Poissons, cercle dont le diamètre est

([1]) Le détail de ces recherches et les réflexions qu'elles comportent paraîtront prochainement dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles*.

d'environ $0^{mm},3$, sur une petite partie de la surface vers la circonférence, les cavités ostéoplastiques ont été remplies par une matière brun rougeâtre, que mon collègue M. Lacroix reconnaît pour de la limonite. Cette substance, complètement opaque, fait apparaître en noir les ostéoplastes et leurs canaux avec une netteté qui ne laisse aucun doute sur leur nature. Les cavités sont ovoïdes, mesurant 9^{μ} sur 4^{μ}. On ne distingue que des canaux plutôt gros et peu ramifiés, la limonite n'ayant pu, sans doute, pénétrer dans les canalicules de trop petites dimensions.

» Malgré l'aspect caractéristique de ces éléments, je me suis demandé si l'on ne devait pas y voir le travail de quelques-uns de ces êtres perforants, tels que les Algues, lesquelles, on le sait, envahissent parfois les parties calcifiées des animaux. Mais M. Bornet, qui a bien voulu examiner la préparation, n'y a rien trouvé qui pût justifier cette hypothèse.

» Notre observation confirme donc ce fait que, dès ces époques reculées, dans cette faune, une des plus anciennes qui nous soient connues, la présence de Vertébrés est non seulement incontestable, mais que ces animaux étaient assez élevés en organisation pour que le tissu conjonctif y eût évolué jusqu'à l'état osseux parfait. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence du Dévonien inférieur dans le Sahara occidental* (*Bas-Touat et Tidikelt, archipel touatien*). Note de M. **G.-B.-M. Flamand**, présentée par M. de Lapparent.

« A la suite des explorations entreprises dans les régions *orientales* du Sahara (Fezzan, Tassili des Azdger, Mouydir), pendant la seconde moitié du XIXe siècle, l'existence des trois grandes divisions du terrain dévonien paraît être établie; elle repose sur les découvertes d'Overweg, de Duveyrier, d'Ismaël Bou Derba, de Roche, de M. F. Foureau, et sur les travaux ou déterminations de Beyrich, de de Verneuil, et de MM. Douvillé, Munier-Chalmas et Haug.

» Il n'en était pas de même en ce qui concerne les zones désertiques *occidentales*, et, pour celles-ci, le voyageur Gerhard Rohlfs avait seul donné quelques indications lithologiques, qui avaient amené quelques géologues à des comparaisons et à des assimilations à grande distance (avec les régions de l'est), mais cela sans aucune preuve paléontologique.

» Dans une précédente Note [1], j'ai déjà fait connaître l'existence du

---

[1] G.-B.-M. Flamand, *Sur la présence du Dévonien à* Calceola sandalina *Lmk dans le Sahara occidental* (*Gourara, Archipel touatien*) (*Comptes rendus*, 1er juillet 1901).

Dévonien moyen à *Calceola sandalina*, dans la région du Gourara-ech-Chergui; j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie les résultats de mes recherches sur quelques roches fossilifères provenant du Bas-Oued-Saoura (Bas Touat) et du Tidikelt (¹).

» D'après les renseignements de M. le commandant Deleuze, c'est sur la piste suivie entre Taourirt (Bas Touat) et l'Aoulef (Tidikelt) au premier tiers du chemin vers Haci Cheikh, oued Chabli, que se montrent les gisements fossilifères, riches comme nombre d'exemplaires.

» La roche qui les constitue est un grès ferrugineux rouge et jaune, tendre et sableux, parfois durci, oxydé et poli, voire *guilloché*, alors noirci et présentant la patine désertique bien développée.

» Ces grès, bien lités, fortement relevés, plongent vers l'est et s'alignent suivant une direction méridienne ou subméridienne, en s'élevant à 60ᵐ d'altitude au-dessus du niveau moyen de la région (²); à peine calcarifères, ils rappellent comme facies, d'après M. OEhlert, certaines couches fossilifères à *Orthis Monnieri* de la Mayenne.

» Ils contiennent les espèces et genres suivants (³):

» POLYPIERS. — *Pleurodictyum*, sp., forme à grandes mailles du groupe du *P. Constantinopolitanum* Rœmer, représenté par un fragment.

(¹) C'est à M. le chef de bataillon Deleuze, commandant les Tirailleurs sahariens, que je suis redevable de ces beaux échantillons, recueillis au cours des raids qu'il effectua depuis deux années dans cette zone du Sahara français; cet officier supérieur en avait fait envoi à la Société de géographie d'Alger, et voulut bien m'en confier l'étude; qu'il reçoive tous mes remercîments pour les nombreux et intéressants matériaux qu'il a mis à ma disposition et pour la contribution si personnelle qu'il apporte à la solution des problèmes scientifiques sahariens.

(²) Cette disposition en anticlinal aigu, aligné suivant une direction sensiblement méridienne, vient confirmer et étendre vers l'ouest mes précédentes observations sur la tectonique générale de la dépression du Tidikelt oriental et central; là se développe parallèlement une série d'anticlinaux et de synclinaux paléozoïques (plis hercyniens), les premiers à axes cristallins et relevés à 46°, tels la chaîne de l'Aïn Kahla et le bossellement d'El' Khenig, sur la piste d'Ess Mellel (Haci Farèz oum el Lill) à In Salah. Ces chaînes transversales s'étendent du pied sud du Tadmaït vers le Mouydir et commandent l'hydrologie, très particulière, de cette région (*).

(³) Les premières déterminations de ces fossiles ont été faites dans les laboratoires de l'École supérieure des Sciences d'Alger; elles ont été confirmées et complétées par MM. Ch. Depéret et le Dʳ OEhlert, qui ont bien voulu m'aider de leurs savants conseils.

(*) *Mission au Tidikelt* (*La Géographie*, n° 5, t. I, 15 mai 1900). *Une Mission d'exploration scientifique au Tidikelt* (*Annales de Géographie*, t. XX, 15 mai 1900, p. 241-42).

» *Pleurodictyum*, sp.

» BRACHIOPODES nombreux, formant une véritable brèche fossilifère avec *Chonetes* cf. *sarcinulata* Schloth, *Chonetes* aff. *minuta* Buch, *Chonetes* aff. *plebeïa* Schnur.

» *Strophodonta*, sp. indét.

» *Spirifer*. — Ces brachiopodes, par l'ensemble de leurs caractères, la disposition et la grosseur de leurs côtes, appartiennent aux groupes du Dévonien inférieur et se rapprochent de *Spirifer Rousseaui* Rouault (*Spirifer hystericus* Schloth.), mais de plus petite taille, de *Spirifer Venus* d'Orb et de *Spirifer Arduennensis* Schnur.

» MOLLUSQUES. — Ptéropodes, exemplaires assez nombreux de *Tentaculites* parmi lesquels : *Tentaculites cf. Velaini* Munier-Chalmas et *Tentaculites cf. striatus* Guéranguer.

» GASTROPODES. — *Acroculia*, sp. indét., en état médiocre de conservation.

» CRUSTACÉS, TRILOBITES. — *Homalonotus*, sp. indéterminable spécifiquement, représenté par un anneau thoracique rappelant les types du Dévonien inférieur; un *Pygidium* en mauvais état de conservation se rapporte peut-être au genre *Cryphæus*.

» L'ensemble de cette faunule caractérise nettement le *Dévonien inférieur;* de plus la présence et l'association de quelques formes : *Chonetes sarcinulata* Schloth., *Spirifer aff. Rousseaui* Rouault, *Pleurodictyum* du groupe du *Constantinopolitanum*, etc., permettent de considérer les assises gréseuses d'Haci-Cheikh comme appartenant vraisemblablement à l'étage *Coblencien*.

» Des argiles très schisteuses grises, violettes, parfois multicolores, souvent aluminifères, avec bancs de grès subordonnés, à empreintes de Brachiopodes : *Chonetes* sp. indét., se montrent succédant aux précédentes assises à *Pleurodictyum;* je les ai reconnues dans l'est et dans la partie moyenne du Tidikelt, vers Haci Messaoud (au nord) et vers In-Salah; d'après les renseignements de M. le commandant Deleuze, elles recouvriraient dans l'ouest de grandes surfaces du territoire de l'archipel touatien : au sud de Charouïn, vers Adghagh, dans la vallée de l'Oued Chebli, au sud d'Akabli, etc. En tous ces gisements, ces argiles se montraient en plaquettes ou en couches soit horizontales, soit soulevées sous des angles atteignant presque 90°, disposées en plis parallèles avec une orientation générale N.-S. ou subméridienne; elles paraissent correspondre aux argiles aluminifères de la base du Tassili des Azdger [1]. »

---

[1] Ingénieur ROCHE, *Sur la géologie du Sahara central* (*Comptes rendus*, 29 novembre 1880, p. 890). — *Documents relatifs aux deux missions dirigées au sud de l'Algérie par M. le lieutenant-colonel Flatters*. Première expédition, Rapport de M. Roche, p. 211 et 212. Imprimerie nationale, 1884.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les mouvements sismiques et les perturbations magnétiques du commencement de mai, à la station d'Uccle (Belgique).* Note de M. EUG. LAGRANGE, présentée par M. de Lapparent.

« Depuis le commencement de cette année, l'activité sismique paraît avoir revêtu, sur l'ensemble du globe, un caractère plus énergique. Si les documents que nous possédons actuellement ne permettent pas de l'affirmer d'une manière positive, c'est cependant une impression qui résulte de l'examen de ce qui a déjà été publié (documents italiens, allemands et russes). La station géophysique d'Uccle, qui possède comme appareil sismique principal le pendule horizontal triple de von Rebeur-Ehlert, nous a fourni des données qui nous paraissent présenter quelque intérêt; nous ne nous occuperons d'ailleurs que de la première quinzaine du mois de mai, que la catastrophe de la Martinique aura caractérisée, malheureusement, d'une manière inoubliable.

» Plusieurs tremblements de terre importants ont été enregistrés pendant cet intervalle de temps; nous citerons notamment celui du 6 mai, dont l'origine est à rechercher, non loin des côtes d'Espagne, sous le bassin effondré de la Méditerranée occidentale.

» Il a débuté brusquement à $3^h 15^m 48^s \pm 8^s$ (1) et présente deux phases principales dont la première se termine 1 minute environ après l'origine du mouvement. Le calme sismique ne s'est rétabli complètement qu'après 40 minutes. Les données fournies par M. Michel Lévy, dans la séance de l'Académie du 20 mai, nous permettent de calculer la vitesse moyenne de propagation du phénomène. Elle serait d'environ 1600 mètres par seconde, valeur qui rentre dans les déterminations connues. Du 1er au 6 mai, les pendules ont accusé, en outre, un grand nombre de petits mouvements sismiques distincts, de moindre importance, parmi lesquels, notamment le 2 mai, un tremblement de terre lointain, dont le début s'est produit à $12^h 11^m 30^s \pm 8^s$ et les ondes longues à $12^h 33^m 15^s \pm 8^s$. Entre le 6 mai et le 8 mai, le calme sismique a été complet; notamment, l'action du vent sur les pendules (par l'intermédiaire du sol), qui est en général notable à Uccle, ne s'est pas fait sentir : les courbes sont donc d'une netteté parfaite. Le 8 mai, à $2^h 47^m 20^s \pm 8^s$ (2) du matin, débute un mouvement sismique beaucoup plus énergique que les précédents et qui, à première vue, se caractérise comme un tremblement de terre à centre éloigné; les deux périodes d'ondes brèves et d'ondes longues sont nettement distinctes et la première a une durée considérable, de 33 minutes environ. Il n'est pas possible, à l'instant actuel, d'en préciser l'origine. Je remar-

(1) Temps d'Uccle.
(2) Temps d'Uccle.

querai cependant qu'il est le seul mouvement sismique ressenti à Uccle pendant les journées du 7 et du 8 mai, et dans les conditions de sensibilité réceptrice si favorables que comporte le pendule horizontal. Dans l'hypothèse où ce mouvement aurait comme source les phénomènes volcaniques de la Martinique, il correspondrait à des secousses ressenties dans cette île, en admettant les vitesses limites de 800^m à 1500^m par seconde, entre 10^h et minuit le 7 mai. De toutes manières, il ne peut être en relation avec l'explosion principale du cratère de $7^h 50^m$ du matin le 8, à la Martinique ($12^h 4^m$ environ à Paris; $12^h 12^m$ à Uccle). M. Moureaux a signalé l'origine d'une perturbation magnétique au Val-Joyeux, à cette même heure.

» Il ne semble pas qu'il puisse être question de simultanéité entre un *tremblement de terre* (je ne dis pas un phénomène éruptif) et une perturbation magnétique. Rappelons d'ailleurs, sans préjuger en rien la solution du problème actuel, que la commission anglaise du Krakatoa ([1]) n'a pu trouver aucune connexion effective entre les deux ordres de phénomènes sismique et magnétique, lors de l'éruption du détroit de la Sonde, infiniment plus grandiose que l'éruption actuelle de la Montagne Pelée.

» J'ai abordé, depuis quelques mois, à la station d'Uccle, l'étude comparative de la déclinaison et des phénomènes sismiques; un déclinomètre conçu dans les idées de M. Moureaux, afin d'être aussi peu sensible que possible aux courants vagabonds auxquels la station est exposée, a été installé à côté des pendules et trace sa courbe sur le même rouleau photographique; un millimètre de déviation correspond à 20″ de variation en déclinaison, la vitesse de déroulement est de 12^{cm} à l'heure. Il s'agit, comme on le voit, d'un enregistrement de grande sensibilité. Disons tout d'abord que j'ai pu constater, grâce aux courbes fournies par la station magnétique récente et bien isolée de Louvain, créée par M. Lecointe, directeur astronomique de l'Observatoire d'Uccle, pour prendre part aux observations internationales de 1902, que, comme M. Moureaux l'a déjà montré, les courants vagabonds n'affectent pas la forme de la courbe de déclinaison. En réalité, les courbes obtenues présentent plus de détails que celles de Louvain, mais toutes les données de Louvain s'y retrouvent. L'étude de la courbe du 8 mai, comme celle du 6, d'ailleurs, ne révèle aucune perturbation concomitante aux tremblements de terre signalés plus haut, sauf, le 8, une très légère action mécanique correspondant à la réception du phénomène à Uccle.

([1]) *The eruption of Krakatoa and subsequent phenomena* (*Report of the Krakatoa committee of the Royal Society*, 1888, p. 465).

» Nous remarquerons que l'arrivée du mouvement sismique du 8 à Uccle a lieu entre 2^h et 3^h du matin, heures auxquelles les courants vagabonds sont complètement supprimés. Mais à la station géophysique, comme à l'Observatoire, pendant les journées du 8 et du 9 mai, à partir de 4^h du matin (et même à partir de 2^h à notre station), la perturbation de la déclinaison a été à peu près continue, avec une forte augmentation entre 18^h et 20^h du 8 mai. Pendant toute cette période, les mouvements sismiques enregistrés sont nuls.

» Le 12 et le 13 mai, les courbes portent les tracés de deux mouvements sismiques assez importants, survenus respectivement à 9^h43^m (1) et à 15^h34^m (1) environ. Plusieurs petits mouvements distincts se répartirent en outre sur la journée du 13.

» Le mois de mai semble donc devoir être caractérisé, tout au moins à Uccle, par une sismicité notablement supérieure à la moyenne. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les cendres des éruptions de la Montagne Pelée de* 1851 *et de* 1902. Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Michel Lévy.

« Dans une précédente séance, M. Michel Lévy a donné (2) une description sommaire des premières cendres de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée. Je me propose de décrire plus complètement des échantillons du même produit et de les comparer avec les cendres de l'éruption de 1851. L'un m'a été remis par le Dr Pornain et a été recueilli dans la ville de Saint-Pierre le 2 mai par le frère de celui-ci, l'une des victimes du cataclysme ; l'autre a été ramassé dans la nuit suivante sur le pont d'un navire à l'ancre dans le port de Saint-Pierre; il m'a été donné par M. Dumont, ingénieur civil.

» J'ai séparé les divers éléments constitutifs à l'aide du tétrabromure d'acétylène; ils consistent en fragments de verre et en minéraux cristallisés, appartenant aux espèces suivantes : hypersthène, plagioclases et magnétite, avec quelques cristaux d'augite et accessoirement de hornblende; ces minéraux sont généralement très brisés, à angles vifs ; il existe cependant assez souvent des cristaux intacts d'hypersthène et de plagioclases, à formes remarquablement nettes.

» L'hypersthène est très pléochroïque; ses cristaux sont allongés suivant l'axe vertical; leur aplatissement n'est pas constant : les uns, en effet, sont aplatis parallèle-

(1) Temps d'Uccle.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1123.

ment à g^1 (010) et les autres parallèlement à h^1 (100). Les formes observées sont m (110), h^1 (100), g^1 (010) et une pyramide de la zone $g^1 b^{\frac{1}{2}}$.

» Les plagioclases appartiennent, au point de vue de leur forme, à deux types, tous deux caractérisés par un aplatissement suivant g^1; dans l'un, les faces dominantes sont p(001), accompagnées soit de a^1 ($\bar{1}01$), soit de $a^{\frac{1}{2}}$ ($\bar{2}01$), avec m ($1\bar{1}0$) et t (110) rudimentaires et allongement parfois faible suivant $p\,g^1$; dans l'autre, les faces dominantes sont p, a^1, avec m et t aussi développées que les précédentes. Tous ces cristaux sont maclés suivant la loi de l'albite; la macle de Carlsbad est en outre constante dans le second type.

» Les angles d'extinction dans g^1 ont été mesurés sur des cristaux dépourvus de la macle de Carlsbad, ils sont toujours fort zonés. L'extinction moyenne dans la zone périphérique est de $-14°$ (andésine à 47 pour 100 d'anorthite), mais avec parfois une mince zone plus acide à extinction de $-6°$ en moyenne; le centre des cristaux possède souvent une extinction allant jusqu'à $-20°$ (labrador à 55 pour 100 d'anorthite), mais avec parfois des facules dont l'extinction est à $-25°$ (60 pour 100 d'anorthite). Les données moyennes concordent avec celles obtenues par M. Michel Lévy à l'aide d'un autre procédé; elles montrent que la moyenne des feldspaths de la cendre oscille entre une andésine basique et un labrador relativement acide. La mesure des densités conduit d'ailleurs à un résultat analogue; une partie de ces feldspaths ont en effet une densité oscillant entre 2,69 et 2,70. La constance des emboîtements de types de composition variée, celle des inclusions de verre, de cristallites d'hypersthène ne permettent pas d'ailleurs plus de précision.

» Le minéral noir opaque de la cendre est entièrement attirable à l'aimant, mais il est riche en titane; il est constitué par une titanomagnétite.

» J'ai étudié, comparativement aux cendres de l'éruption actuelle, deux échantillons de l'éruption de 1851; ils ont été recueillis par un témoin oculaire de celle-ci, M. Le Prieur, et font partie de la collection du Muséum. L'un est une boue recueillie le 30 août à la surface des arbres, il ne diffère pas de la cendre actuelle; l'autre semble avoir été recueilli plus près du cratère; c'est une cendre grise, assez cohérente, renfermant des lapillis qui atteignent la grosseur d'une noix. La seule différence à signaler avec les produits de l'éruption actuelle, c'est que la hornblende, au lieu d'y constituer une très grande rareté, y est assez abondante et qu'elle est accompagnée d'une plus grande quantité d'augite. Les microlites sont rares dans les fragments de lapillis, dont le verre incolore est riche en cristallites et même en très petits microlites aciculaires qui paraissent appartenir à l'hypersthène; ce verre est dépourvu de cassures perlitiques.

» Les deux analyses suivantes ont été faites par M. Pisani, l'une (a) sur la cendre de la nuit du 2 au 3 mai 1902, l'autre (b) sur la cendre de 1851; afin d'avoir une moyenne pour celle-ci, je n'ai pas séparé les lapillis de la

cendre proprement dite. Je donne en outre (*c*), comme terme de comparaison, l'analyse de l'andésite à hypersthène du mont Shasta en Californie (d'après MM. Hague et Iddings) qui offre une grande analogie de composition avec les produits que j'étudie ici, quoique un peu plus riches en silice.

	a.	*b.*	*c.*
SiO^2	59,40	60,15	62,00
TiO^2	0,30	0,39	0,17
Al^2O^3	18,51	18,31	17,84
Fe^2O^3	0,77	2,79	4,40
FeO	4,59	3,33	
MgO	2,45	2,88	2,64
CaO	6,87	5,75	5,37
Na^2O	3,77	3,11	4,29
K^2O	0,86	1,61	1,47
Perte au feu	3,12	3,00	1,66
P^2O^5	»	»	0,29
	100,64	101,32	100,13

» La perte au feu élevée est due en grande partie à l'eau contenue dans le verre, mais une petite proportion de celle-ci doit être attribuée aux matières organiques contenues dans les cendres et qu'il n'a pas été possible de séparer mécaniquement.

» La comparaison de ces nombres montre que les produits rejetés par l'éruption actuelle diffèrent bien peu de ceux de l'éruption de 1851.

» Les produits rejetés par la montagne Pelée sont à rapporter à des andésites à hypersthène; elles sont notablement moins acides que celles de Santorin (1866) et du Krakatoa, qui atteignent 68 pour 100 de silice et sont en moyenne plus riches en alcalis, plus pauvres en alumine, en magnésie et en chaux.

» L'examen de la matière vitreuse, qui joue un rôle important dans ces cendres, n'est pas sans intérêt; elle est compacte, peu bulleuse ou tout au moins ne renferme que des bulles très petites; elle contient fort peu de microlites feldspathiques, mais un assez grand nombre de globulites opaques et parfois de cristallites hypersthéniques. Ce n'est pas en réalité une ponce, constituée par du verre étiré et bulleux, comme celle qui a caractérisé les grandes explosions du Krakatoa et celle qui, à une époque antéhistorique, a creusé la baie de Santorin. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la vaccination active contre la peste, le choléra et l'infection typhique.* Note de M. **Besredka**, présentée par M. Roux.

« L'immunité contre ces trois maladies peut être obtenue tantôt par l'injection du sérum contenant les anticorps spécifiques (immunité passive), tantôt par celle des microbes correspondants, atténués par le chauffage (immunité active). Chacun de ces procédés présente des avantages et des défauts.

» Le sérum a le précieux avantage de conférer l'immunité en très peu de temps; son injection ne s'accompagne le plus souvent chez l'homme d'aucun phénomène morbide; mais il présente cette infériorité, par comparaison avec les microbes chauffés, que l'immunité qu'il confère est de courte durée; elle ne dépasse guère généralement 8-12-15 jours.

» Par contre, l'immunité créée par l'injection des cultures chauffées est très solide; elle peut durer des mois, mais elle ne s'établit pas d'emblée, elle demande 8 à 12 jours; en plus, cette immunité est souvent acquise, dans le cas de la peste, par exemple, au prix des phénomènes locaux et généraux, dus à la toxicité des bacilles morts et pouvant devenir inquiétants en temps d'épidémie.

» Certains savants ont pensé parer à ces inconvénients en combinant l'emploi du sérum et des microbes tués (Calmette et Salimbeni). Mais les avantages des mélanges ainsi employés ne se montrent pas beaucoup supérieurs à ceux obtenus avec le sérum seul.

» Nous nous sommes demandé si les résultats médiocres fournis par l'emploi du mélange de sérum et de microbes ne pourraient pas être attribués à la présence dans ces mélanges d'un excès de sérum, et si, en réduisant ce dernier au strict minimum, on ne pourrait pas créer chez l'animal une immunité active, tout en le faisant bénéficier de ce minimum de sérum pendant la période qui précède l'apparition de cette immunité durable.

» Partant de la découverte de MM. Ehrlich et Morgenroth de la propriété des microbes de fixer la substance active contenue dans les sérums spécifiques, nous avons commencé par préparer un mélange de microbes et du sérum, et après 24 heures de contact nous soumettions les microbes à des lavages répétés, de façon à chasser toute trace de sérum libre.

» Les microbes obtenus dans ces conditions se présentent sous forme d'un bloc compact, blanc, de consistance semi-liquide, se désagrégeant facilement dans l'eau physiologique et formant avec celle-ci une émulsion blanche homogène.

» Les bacilles pesteux [1], avant d'être mis en contact avec du sérum antipesteux, étaient chauffés pendant 1 heure à 60°; pour ce qui concerne le vibrion cholérique et le bacille typhique, il est préférable de les traiter par leurs sérums respectifs alors qu'ils sont vivants; on opère ensuite les lavages qui sont facilités par l'agglutination, et ce n'est que quand l'on croit les dernières traces de sérum disparues que l'on chauffe les cultures au bain-marie pendant 30 minutes à 58°.

» Ce sont ces microbes, traités par du sérum et tués par la chaleur, que nous allons désigner brièvement sous le nom de *vaccins*.

» L'étude du vaccin antipesteux a été faite presque exclusivement sur les souris blanches et, en petite partie, sur les cobayes; celle des vaccins anticholérique et antityphique, sur des cobayes et des lapins. Ces expériences, faites sur un grand nombre d'animaux, nous permettent de formuler les conclusions suivantes :

» Le vaccin antipesteux est dépourvu de toute action toxique : alors que $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{15}$ de culture sur gélose, chauffée à 60° pendant 1 heure, injecté sous la peau de la souris, tue celle-ci en moins de 24 heures par intoxication, le vaccin antipesteux, injecté dans les mêmes conditions à la dose de 20 à 30 fois supérieure (deux cultures entières), ne détermine pas la mort.

» Les souris injectées avec les bacilles pesteux, chauffés, à des doses non mortelles, sont manifestement malades pendant les premiers jours qui suivent l'inoculation; les souris ayant reçu des doses beaucoup plus fortes de vaccin ne présentent jamais aucun symptôme morbide, même dans les premières heures qui suivent l'injection.

» Les souris, injectées avec du vaccin, deviennent réfractaires à l'inoculation après 48 heures; vaccinées seulement la veille ou le jour même, les souris donnent, comparativement avec les témoins, une survie de plusieurs jours, mais jamais définitive.

» Les essais d'immunité faits chez des souris vaccinées, à des intervalles différents, montrent que, 2 mois encore après l'injection du vaccin antipesteux, l'état réfractaire persiste; il est probable que l'immunité dure encore plus longtemps.

» Le vaccin antipesteux injecté à l'homme (l'auteur) à la dose au moins double de la dose préventive ordinaire, n'a donné lieu qu'à un malaise et une douleur locale ayant disparu 24 heures après l'injection.

» Les vaccins anticholérique et antityphique confèrent l'immunité dès le lendemain : les cobayes vaccinés sous la peau résistent déjà le lendemain à une injection intrapéritonéale d'une dose des vibrions ou des bacilles typhiques, mortelle en 24 heures pour les cobayes n'ayant reçu que des microbes chauffés ou n'ayant rien reçu du tout.

» Cette immunité a pu être constatée après 2, 4, 6, 8 semaines à partir du jour de la vaccination; il est probable qu'elle existe encore plus longtemps.

---

[1] A mon ami le Dr Dujardin-Beaumetz, chargé du service de la peste à l'Institut Pasteur, j'exprime ma profonde reconnaissance pour son concours toujours très bienveillant.

» Aucun des vaccins étudiés n'a jamais donné lieu à des phénomènes inflammatoires au niveau de l'injection, alors que les mêmes cultures (v. cholérique, b. typhique), tués seulement par la chaleur, ont toujours provoqué, injectées aux mêmes animaux (lapins), du côté opposé du corps, des phénomènes inflammatoires se terminant par la formation d'abcès.

» Un lapin injecté à plusieurs reprises avec du vaccin anticholérique a fourni un sérum actif contre la péritonite cholérique du cobaye.

» En résumé, les vaccins antipesteux, anticholérique et antityphique réunissent tous les avantages qu'offre individuellement la vaccination par le sérum et par les cultures chauffées, sans présenter en même temps aucun des inconvénients que comporte chacun de ces deux procédés. »

MM. **Toulouse** et **Vaschide** adressent une Note relative à une « Nouvelle méthode pour la mesure de la sensibilité musculaire ».

MM. **Mathieu** et **Billon** adressent une Note relative à une « Méthode de dosage de l'acide sulfureux libre dans les boissons fermentées ».

MM. **H. Alliot** et **Emm. Pozzi-Escot** adressent une Note « Sur le dosage des diastases et, en particulier, sur le dosage colorimétrique des oxydases ».

M. **Emm. Pozzi-Escot** adresse une Note « Sur un élément diastasique nouveau de l'urine ».

M. **Henri Oudet** adresse des recherches sur l'aviation (renvoi à la Commission des aérostats).

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission des Antilles propose à l'Académie, qui accepte, de désigner comme Membres de la mission :

MM. **A. Lacroix**, professeur de Minéralogie au Muséum; **Rollet de l'Isle**, ingénieur hydrographe de 1re classe; **Giraud**, agrégé et docteur ès sciences naturelles.

La Section de Physique présente la liste suivante de candidats, pour la place laissée vacante par le décès de M. *A. Cornu* :

En première ligne . . . . M. **Pierre Curie.**

En deuxième ligne, par ordre alphabétique . . . . MM. **Amagat.** **Bouty.** **Gernez.** **Pellat.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 mai 1902.

Un manuscrit de Chaptal portant comme suscription à la première page : « *Manuscrit inédit contenant : 1° L'analise ou la décomposition des corps; 2° Des instruments essentiels à la parfumerie chimique,* etc... » s. l. n. d.; ms petit in-4°, relié, non paginé. (Offert par M. Arthur Raffalovich.)

Cours de Mécanique de la Faculté des Sciences. Traité de Mécanique rationnelle, par Paul Appell, Membre de l'Institut; 2e édition, entièrement refondue. Tome Ier :

Statique. Dynamique du point. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Étude géologique et minière des provinces chinoises voisines du Tonkin, par M. A. Leclère. Paris, Vve Ch. Dunod, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy. Hommage de l'Auteur.)

Catalogue de la bibliothèque de l'Académie des Sciences et des Lettres de Montpellier, par Émile Bonnet; 1re Partie : *Travaux des Sociétés et Établissements scientifiques. Publications officielles. Recueils périodiques.* Montpellier, imp. Delord-Boehm et Martial, 1901; 1 vol. in-8°.

Year-Book of the Royal Society of London, 1902. Londres, Harrison et fils, 1 vol. in-8°.

Troisième Compte rendu de la Société des Amis des Sciences physiques et mathématiques à Poltava : Année académique 1900-1901. Poltava, 1902; 1 fasc. in-8°. (En langue russe.)

On derzoekingen, gedaan in het physiologisch laboratorium der utrechtsche hoogeschool; vijfde reeks III, 2. Utrecht, C.-H.-E. Breijer, 1902; 1 fasc. in-8°.

Annals of Harvard college Observatory; vol. XLVIII, n° 1 : *Stars near the North Pole.* s. l. n. d. 1 fasc. in-4°.

Occasional papers of the Boston Society of natural history; t. VI : *Index to North American Orthoptera,* by Samuel-H. Scudder. Boston, 1901; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the Boston Society of natural history; vol. XXIX, nos 15-18; vol. XXX, nos 1-2. Boston, 1901; 1 vol. et 5 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 mai 1902.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures, publiés sous les auspices du Comité international par le Directeur du Bureau, t. XII. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-4°.

Les plantes nuisibles en agriculture et en horticulture et les moyens de les détruire, par Ernest Menault et le Dr Henri Rousseau, avec 80 planches en chromolithographie dessinées d'après nature. Paris, Octave Doin et Librairie agricole de la Maison rustique, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaston Bonnier, hommage des auteurs.)

Traité des maladies du bétail, par G. Moussu, avec 189 figures dans le texte et 2 planches en chromotypographie, la plupart dessinées par G. Nicolet. Paris, Asselin et Houzeau, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Chauveau, hommage de l'auteur.)

Le laboratoire scolaire, matériel complet d'enseignement scientifique pour les Écoles primaires élémentaires, par A. Petitot. Paris, s. d.; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Emploi du zinc laminé pour empêcher l'oxydation et l'incrustation des chaudières à vapeur. Paris, 1895; 1 fasc. in-8°.

Société internationale des Électriciens : Annuaire pour 1902. Paris; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure, vol. II de la 8e série, 1901. Nantes, imp. C. Mellinet; 1 vol. in-8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, 6e série. t. VI. Bordeaux, J. Durand, 1901; 1 vol. in-8°.

Sur le rôle de Jupiter dans la formation des radiants composés, par Th. Brédikhine. (*Bul. de l'Acad. imp. des Sciences de Saint-Pétersbourg,* 1902; mars, t. XVI, n° 3.) 1 fasc. in-4°.

Total eclipse of the Sun, may 18, 1901. *Reports on the Dutch expedition to Karang Sago, Sumatra,* publ. by the Eclipse-Committee of the Royal Academy, Amsterdam, n° 2. *Magnetic observations,* by Dr W. van Bemmelen. Batavia, 1901; 1 fasc. in-8°.

Sopra la vegetazione di alcune plante alla luce solare diretta e diffusa; Nota di N. Passerini. (Extr. du *Bulletino della Societa botanica italiana,* Florence, 1902.)

The flora of the presidency of Bombay, by Theodore Cooke; part II; *Simarubaceæ to Leguminosæ* (*Papilionaceæ*). Londres, Taylor et Francis, 1902; 1 vol. in-8°.

Geological Survey of Canada. Contributions of Canadian palæontology; vol. II, part II : *Canadian fossil insects,* by Samuel-H. Scudder; vol. IV, part II : *A revision of the genera and species of Canadian palæozoic corals,* by Lawrence-M. Lambe. Ottawa, 1900-1901; 2 fasc. in-8°.

Geological Survey of Canada. Catalogue of the marine invertebrata of Eastern Canada, by J.-F. Whiteawes. Ottawa, 1901; 1 vol. in-8°.

Observaciones meteorologicas efectuadas en el Observatorio de Madrid durante los anos 1898 *y* 1899. Madrid, imp. A. Santaren, 1902; 1 vol. in-8°.

Notes on the construction of the violin, by W.-B. Coventry. Londres, Dulau et Cie, 1902; 1 fasc. in-18.

University of California publications. Publications of the Lick Observatory; vol. VII, parts 1, 2 and 3. Sacramento, A.-J. Johnston, 1902; 1 fasc. in-4°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal : vol. XXXIII, *année* 1901, par le Dr H. Hildebrand Hildebrandsson. Upsal, Edw. Berling, 1901-1902; 1 fasc. in-4°.

Memoirs of the British astronomical Association; vol. XI, part I. *Tenth report of the section for the observation of meteors.* Londres, 1902; 1 fasc. in-8°.

Boletin de la Sociedad espanola de Historia natural; t. II, num. 1-3, enero-marzo de 1902. Madrid; 3 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 mai 1902.

Les Dromiacés et Oxystomes, par Alphonse Milne-Edwards et E.-L. Bouvier; avec 25 planches. [*Memoirs of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College;* vol. XXVII, n° I. Reports on the results of dredging unter the supervision of Alexander Agassiz, in the gulf of Mexico (1877-78), in the Caribbean Sea (1878-79), and along the Atlantic coast of the United States (1880), by the U. S. Coast Survey steamer *Blake;* XXXIX.] Cambridge (États-Unis), 1902; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Précis de Minéralogie, par A. de Lapparent, Membre de l'Institut; 4e édition revue et corrigée, avec 335 gravures dans le texte et une planche chromolithographiée. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 vol. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

Service géographique de l'Armée : *Les ingénieurs géographes militaires, 1624-1831*. Étude historique, par le colonel Berthaut. Paris, Imprimerie du Service géographique, 1902; 2 vol. in-4°. (Présenté par le général Bassot, pour le concours du prix Gay.)

Traité général des projections, par Eugène Trutat; t. II : *Projections scientifiques*. Paris, Charles Mendel, s. d.; 1 vol. in-8°. (Présenté par le colonel Laussedat.)

Les cœcums des Oiseaux, par Jean Maumus. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Joannes Chatin, pour le concours du prix Serres.)

Revue de l'Océanie française : Tahiti, Nouvelle-Calédonie; publiée mensuellement. Première année, n° 1, mai 1902. Paris; 1 fasc. in-4°.

Preliminary Report of the Dutch expedition to Karang Sago (*Sumatra*), *for the observation of the total Solar eclipse of may* 1901, by W.-H. Julius, J.-H. Wilterdink and A.-A. Nijland; published by the Eclipse-Committee. Amsterdam, 1902; 1 fasc. in-8°.

Report on the Kodaikanal and Madras observatories for the period 1st *april to* 31st *december* 1901, s. l. n. d.; 1 fasc. in-4°.

Ministerio de Fomento. Comision de Parasitologia agricola : *Las plagas de la agricultura;* entrega 1a. Mexico, 1902; 1 fasc. in-8°.

A review of the american Moths of genus Depressaria *Haworth, with descriptions of new species,* by August Busck. Washington, 1902; 1 fasc. in-8°.

Bulletin of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College, vol. XL, n° 1, Cambridge, Mass., 1902; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 26 mai 1902.)

Note de M. *Copaux*, Sur les cobaltioxalates alcalins :

Page 1215, ligne 16, *au lieu de* $AzH^4 = 9,03$, *lisez* $AzH^4 = 6,03$.

Note de M. *Bouzat*, Sur la constitution des sels cuivriques ammoniacaux :

Page 1218, ligne 9, *au lieu de* n^{mol} d'ammoniaque ajoutées à cette molécule de sel cuivrique ammoniacal formé dans 8^l, *lisez* les n^{mol} d'ammoniaque ajoutées à cette molécule de sel cuivrique également dans 4^l, par suite 1^{mol} du sel cuivrique ammoniacal formé dans 8^l.

Note de M. *Delépine*, Sur les éthers thiosulfocarbamiques dérivés d'amines primaires :

Page 1222, ligne 16, *au lieu de* pour ainsi dire nulle, *lisez* moins rapide qu'avec les précédentes.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUIN 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Hatt**, en présentant à l'Académie un opuscule intitulé « Constantes harmoniques d'un certain nombre de ports, calculées par le Service des marées (Extrait des *Annales hydrographiques*, 1901) », s'exprime en ces termes :

« Le Tableau des constantes harmoniques de la marée, calculées pour divers ports de France ou des colonies, met en évidence quelques faits qu'il est intéressant de signaler.

» Les chiffres concernant la côte de France ont été obtenus par les méthodes ordinaires appliquées aux observations d'une année au moins. Ils montrent la prédominance presque exclusive de la marée semi-diurne.

» L'amplitude de cette marée est notablement plus forte à Brest qu'à Saint-Jean-de-Luz (Socoa), tandis que l'amplitude de la marée diurne est presque la même dans ces deux ports, où elle peut atteindre en moyenne $0^m,26$; les deux ondes suivent peut-être des routes différentes; l'onde semi-diurne, venant du Sud-Ouest, se trouverait amplifiée par le grand plateau de Sondes qui s'étend au large de la côte, dans le nord du golfe de Gascogne; l'onde diurne semblerait, au contraire, n'arriver au Socoa qu'après avoir traversé au préalable ce plateau en conservant l'amplification résultant de sa rencontre.

» On ne peut évidemment donner cette explication que sous toute réserve, mais il est permis d'affirmer que Brest est le port français de l'Océan le mieux choisi au point de vue de l'étude de la marée semi-diurne, celui dans lequel l'inégalité diurne se fait le moins sentir.

» Pour les divers ports de l'océan Indien, des mers de Chine, du Pacifique ou de l'Atlantique qui figurent au Tableau, on n'a pu réunir qu'un très

petit nombre d'observations portant en général sur une ou plusieurs quinzaines.

» Ces observations ont été traitées au moyen des méthodes abrégées, proposées par M. Darwin, qui ne permettent de déterminer que les constantes principales. Celles-ci suffisent du reste à définir le régime de la marée dans ses lignes générales. On peut remarquer qu'à Mayotte et sur la côte de Madagascar il est mixte, l'onde diurne étant plus faible que l'onde semi-diurne. A Djibouti, sur la côte d'Afrique, il y a presque égalité entre les deux ondes.

» Il en est de même au cap Saint-Jacques, dans notre colonie de l'Indo-Chine, dont la côte présente cette particularité très curieuse que l'onde diurne augmente d'amplitude relative à mesure que l'on se rapproche du Tonkin. Les marées d'Haïphong sont exclusivement diurnes; l'onde d'un demi-jour n'a que $0^m,18$ d'amplitude, tandis que l'onde diurne peut dépasser 3^m. Ce phénomène d'interférence des ondes d'un demi-jour avait déjà été signalé par Laplace dans sa théorie des marées.

» A Quinhone, point intermédiaire entre le cap Saint-Jacques et Haïphong, l'onde diurne peut acquérir une amplitude supérieure à celle de l'onde semi-diurne, qui atteint $0^m,50$ en moyenne; la première disparaissant quand la Lune est dans l'Équateur, il se produit deux marées sensiblement égales en 24 heures; à mesure que la déclinaison de l'astre augmente, l'inégalité diurne va en s'accentuant et, quand la déclinaison est assez forte, il n'y a plus qu'une marée par jour; l'onde semi-diurne ne se manifeste que par une inflexion de la courbe des hauteurs.

» L'âge de la marée est mesuré, comme l'on sait, par le retard du maximum de l'onde semi-diurne composée luni-solaire sur l'époque des syzygies. D'après Laplace, ce retard serait réel et s'interpréterait par une transmission d'ondes d'une égale durée. Pour déterminer l'âge de la marée, d'après les données de l'Analyse harmonique, il suffit de retrancher la situation de l'onde principale M_2 de l'onde principale solaire S_2; le quotient de la différence par 1,016 est le chiffre cherché exprimé en heures. Le Tableau des constantes montre que l'âge est de 40 à 50 heures sur la côte nord-ouest de Madagascar; il tombe à 18 heures à Tamatave, sur la côte est, et il est nul à la Réunion.

» Par une anomalie très curieuse, l'âge devient négatif aux îles Gambier, dans le Pacifique Sud; il est juste de dire que les partisans du retard réel ont la ressource de considérer cette avance comme un retard sur les circonstances de la précédente demi-lunaison et, à l'appui de cette manière

de voir, ils pourraient invoquer l'exemple des marées de Colon, où le retard constaté est d'environ un quart de lunaison; ici, l'interprétation est évidemment arbitraire. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Discussion des observations magnétiques faites dans la région centrale de Madagascar,* par le P. COLIN.

« Les Tableaux et la Carte que j'ai donnés précédemment démontrent la présence de plusieurs centres de perturbations magnétiques dont je vais, dans cette nouvelle Note, analyser les éléments.

» Tout d'abord, une anomalie frappante existe sur Tsiafajavona, qui est le sommet le plus élevé de la chaîne de l'Ankaratra. Au lieu d'indiquer le NNW, la boussole franchit le nord de 3°15′48″; l'inclinaison devrait marquer environ 54°30′; or, elle tombe à 47°45′15″; faute de temps, je n'ai pu observer l'intensité.

» En raison de sa masse et de son altitude, l'Ankaratra exerce une influence considérable sur son voisinage. A mesure qu'on s'en éloigne du côté du plateau oriental, vers Andraraty, Ambatolampy, Antsiriribé et Morarano, les trois éléments reprennent leur marche ordinaire.

» Un second centre de perturbation, moins accentué que celui de l'Ankaratra, apparaît plus loin, à proximité de Vontovorona. L'anomalie débute par un minimum des trois forces à Antanifotsy (sud de Morarano); ensuite la déclinaison et l'inclinaison croissent jusqu'à Soandrarina; en ce dernier point, l'intensité baisse de 0,004 au-dessous de la normale. L'inverse a lieu sur le sommet de Vontovorona : diminution de la déclinaison et de l'inclinaison, hausse de l'intensité. Ambohidranandriana, qui en est distant de $4^{km},650$, possède une déclinaison élevée : 12°8′52″.

» Au delà de Vontovorona s'étend une zone volcanique. La différence de déclinaison entre la station des sources thermales d'Antsirabé et une autre éloignée de 300^{m} égale 9′. Entre Antsirabé et Betafo, situés presque sur le même parallèle, la différence du même élément atteint un demi-degré; à Iavoko, ancien volcan près de Betafo, j'ai obtenu 12°3′56″. L'inclinaison augmente de 9′ de l'est à l'ouest; l'intensité baisse au contraire de 0,004, comme à Soandrarina.

» Remontant de Betafo vers le Nord, j'ai observé la déclinaison à Tokotanitsara, où elle offre une discordance remarquable : 38°18′30″. La boussole se dirige du côté du massif basaltique du Vavavato, qui est éloigné

de 2^{km} W. Aux trois stations voisines de cette chaîne, Antanifotsy, Manarilefona et Belamosina, les résultats des trois éléments vont en augmentant graduellement.

» Sur les bords du cratère-lac de Vinaninony, à Tsarazafy, il y a une anomalie dans la composante horizontale. Les oscillations pendulaires du barreau aimanté y éprouvent un retard plus accentué que d'ordinaire. Afin de n'avoir aucun doute à ce sujet, j'ai compté trois séries de 100 oscillations chacune. La première, exécutée avant les déviations, a donné comme moyenne d'une oscillation : $3^s,327$, tandis qu'à la fin des opérations la deuxième a donné : $3^s,314$, et la troisième : $3^s,300$.

» La valeur de déclinaison 12°, signalée précédemment dans les points de Soandrarina, Ambohidranandriana, Iavoko, reparaît brusquement.

» Cette irrégularité dans l'intensité s'accentue encore davantage sur le sommet d'Ambohipoloalina; la durée d'une oscillation y égale $3^s,360$ à la première série et $3^s,365$ à la deuxième. De plus, le barreau dévié s'écarte de 25°51′11″ à la plus courte distance, alors que partout ailleurs l'angle de déviation varie entre 17° et 18°.

» D'où provient cette perturbation? Est-ce un effet des courants telluriques, d'une puissante masse magnétique souterraine? Est-ce une inégale distribution des masses au sein de cette région volcanique profondément bouleversée, ou quelque autre donnée géologique qui nous échappe? L'avenir nous le dira peut-être.

» Le massif de Dango limite le champ des grandes anomalies; la déclinaison faiblit, l'intensité augmente. Si nous comparons Faratsio et Ramainandro, nous constatons des valeurs assez régulières, quoique élevées. Le voisinage de l'Ankaratra doit faire sentir jusque-là son influence. A Andakandrano, l'aiguille aimantée reprend sa liberté d'allure.

» Franchissons la région volcanique de l'Itasy. Il y a à signaler un minimum de déclinaison sur les bords du cratère-lac, au village appelé Ampefy, et un léger maximum sur l'ancien volcan d'Ambasy. La valeur de la composante horizontale devient moindre en ce dernier point, et plus grande à Soavinandriana. L'inclinaison paraît toujours forte dans les stations d'Ampefy et de Soavinandriana.

» L'influence perturbatrice cesse dès qu'on s'écarte de cette zone volcanique. Ainsi, du côté d'Ambohimiangara et de Miarinarivo, les forces magnétiques se trouvent également distribuées. Arivonimamo indique une déclinaison faible. Il est probable que la montagne voisine d'Ambohimpanompo exerce une action attractive sur l'aiguille aimantée.

» Résumant mes observations, je dirai : 1° que, dans le massif central de Madagascar, les perturbations magnétiques les plus étendues et les plus fortes affectent l'arête de l'Ankaratra à Vontovorona, ainsi que la ramification du massif de Vavavato ; 2° que le plateau oriental qui borde le pied de cette arête possède un champ magnétique plus régulier que celui du plateau occidental ; 3° que les zones volcaniques ont une influence locale et de faible rayon.

» L'installation prochaine du magnétographe Mascart, à l'Observatoire de Tananarive, complétera mes travaux et permettra de comparer les valeurs absolues obtenues durant mes campagnes avec celles des instruments de variations. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les leucomaïnes diabétogènes.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

« L'extrait alcoolique de 100g de sang de chien sain ne provoque pas de glycosurie (ou, tout au plus, une glycosurie très fugace), s'il est injecté sous la peau d'un cobaye de 300g-400g, nourri de son, de pommes de terre et de choux.

» Précisant notre dernière Note (*Comptes rendus* du 10 mars), nous pouvons dire que l'extrait d'une quantité de sang de chien beaucoup moindre (30g) amène, au contraire, une glycosurie pouvant durer plusieurs jours, s'il est recueilli 1 heure environ après une asphyxie.

» Si, avant l'asphyxie, on a faradisé les nerfs du pancréas, l'extrait de la même quantité de sang n'est pas diabétogène. [On sait que, pendant les heures consécutives à l'électrisation de ces nerfs, il existe une hypoglycémie et une exagération de la glycolyse (Lépine, *Cinquantenaire de la Société de Biologie*, p. 352).]

» L'extrait de sang de chien recueilli quelques heures après l'ablation du pancréas est fortement diabétogène. Mais, si à l'ablation du pancréas on a ajouté l'électrisation du bout central du sciatique, l'extrait de la même quantité de sang recueilli quelques heures plus tard n'est pas diabétogène. [Dans ces conditions, il y a aussi hypoglycémie et exagération de la glycolyse, mais moindres qu'après électrisation des nerfs du pancréas (*Thèse* de Fauchon, Lyon, 1898).]

» L'extrait de sang de plusieurs hommes pneumoniques s'est montré diabétogène ; celui d'un urémique ne l'a pas été.

» D'une manière générale, on peut affirmer que la substance diabétogène cristallisable est localisée dans le sérum, à l'exclusion des globules rouges. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Physique, en remplacement de M. *A. Cornu*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Amagat	obtient.	32	suffrages
M. Pierre Curie	»	20	»
M. Gernez	»	6	»

Il y a 1 bulletin blanc.

M. **Amagat**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Notice intitulée : « Jubilé de M. Albert Gaudry, 9 mars 1902 » (présenté par M. Edmond Perrier).

2° Un « Dictionnaire des matières explosives » par M. *J. Daniel* (Renvoi au concours du prix Wilde).

3° Une brochure de M. *Alfred Caraven-Cachin*, intitulée : « Paléobotanique; flore fossile des terrains houillers du Tarn ».

M. E. **Laurent**, nommé Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Albert Gaudry** annonce que M. *André Tournouër*, chargé de mission en Patagonie par le Ministère de l'Instruction publique et par le Muséum d'Histoire naturelle, vient de découvrir d'importants débris du *Pyrotherium*,

à peu de distance du Rio Deseado. Il a tenu à rapporter lui-même les restes de cette étonnante et gigantesque créature; il vient de les remettre au Muséum d'Histoire naturelle; nous devons les faire dégager de la roche où ils sont enfermés, avant d'apprécier leurs caractères. Outre les fossiles des couches à *Pyrotherium*, M. André Tournouër a recueilli une multitude de Mammifères du plus grand intérêt, qui proviennent des bords du Rio Coyle et appartiennent à l'étage dit *Santacruzien*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de genre infini.* Note de M. ÉMILE BOREL, présentée par M. Appell.

« On sait que, si l'on désigne par $M(r)$ le maximum du module d'une fonction entière pour $|z| = r$ et par $r_1, r_2, \ldots, r_n, \ldots$ les modules des zéros de la fonction, on a, quels que soient n et r, l'inégalité [1]

(1) $$\frac{1}{r_1 r_2 \ldots r_n} < \frac{M(r)}{r^n}.$$

» Je me propose d'indiquer quelques conséquences de cette inégalité, dans le cas où le nombre n des zéros dont le module est inférieur à r est une fonction $\theta(r)$ qui croît très rapidement avec r.

» Le nombre des zéros compris entre $\theta(r-t)$ et $\theta(r-t-dt)$ est évidemment $\theta'(r-t)\,dt$; on a donc, en faisant varier t de zéro à r,

$$\frac{r^n}{r_1 r_2 \ldots r_n} = \prod \left(\frac{r}{r-t}\right)^{\theta'(r-t)\,dt},$$

c'est-à-dire

$$M(r) > \prod \left(\frac{1}{1-\frac{t}{r}}\right)^{\theta'(r-t)\,dt} = e^{-\int_0^r \log\left(1-\frac{t}{r}\right)\theta'(r-t)\,dt}.$$

» Or, on a

(2) $$-\log\left(1-\frac{t}{r}\right) = \frac{t}{r} + \frac{t^2}{2r^2} + \ldots.$$

» Dès lors, posons

$$\int_0^r \theta(r)\,dr = \theta_1(r); \qquad \int_0^r \theta_1(r)\,dr = \theta_2(r), \qquad \ldots$$

---

[1] JENSEN, *Acta math.*, t. XXII. — PETERSEN, *Acta math.*, t. XXIII. — ERNST LINDELÖF, *Acta Societatis Scientiarum Fennicæ*, t. XXXI, p. 14. On suppose que la fonction entière considérée est égale à l'unité pour $z = 0$.

il vient

$$(3) \qquad \log M(r) > \frac{1}{r}\theta_1(r) + \frac{1}{r^2}\theta_2(r) + \frac{2}{r^3}\theta_3(r) + \ldots$$

en n'écrivant pas les termes qui correspondent à la limite supérieure $t = r$, et qui sont négligeables.

» La fonction $\theta(r)$ étant à croissance très rapide, les fonctions $\theta_1(r)$, $\theta_2(r)$, ... croissent bien moins vite (¹) que $\theta(r)$. Les premiers termes de la série écrite dans le second membre de (3) décroissent donc très rapidement, et comme, d'autre part, on peut arrêter ce développement, d'après (2), à un terme quelconque, avec un facteur correctif sans importance, on peut écrire

$$(4) \qquad \log M(r) > \frac{\theta_1(r)}{r}(1 + \varepsilon),$$

ε tendant vers zéro lorsque r augmente indéfiniment. On peut ajouter que l'on a

$$(5) \qquad \varepsilon < \frac{\theta_2(r)}{\theta_1(r)},$$

d'où l'on conclut, en général, que ε est de l'ordre de grandeur de $\frac{1}{\log\theta(r)}$.

» On peut écrire aussi, *si l'on suppose les fonctions à croissance régulière*,

$$(6) \qquad \theta(r) < \frac{d}{dr}[r \log M(r)](1 - \varepsilon') < (1 - \varepsilon'') r \frac{M'(r)}{M(r)},$$

ε', ε'' vérifiant toujours la relation (6).

» La relation qu'il y a entre l'ordre de grandeur de la fonction et la densité de ses zéros se trouve ainsi établie, à la fois, avec une grande simplicité et une grande précision; elle s'exprime par les relations (4) et (5); les réciproques s'établiraient d'une manière analogue (voir mes *Leçons sur les fonctions entières* et le *Mémoire* cité de M. Lindelöf).

» J'ai tenu surtout à exposer ici la méthode différentielle employée, qui me paraît pouvoir rendre de grands services dans l'étude des fonctions de genre infini. »

(¹) Par exemple, si $\theta(r) = e^{e^{2r}}$, on a

$$\theta_1(r) < e^{-r}\theta(r),$$
$$\theta_2(r) < e^{-r}\theta_1(r).$$

ANALYSE ALGÉBRIQUE. — *Un cas remarquable de transformation rationnelle de l'espace.* Note de M. D. GRAVÉ, présentée par M. É. Picard.

« Prenons deux équations

$$(1) \qquad A_0 a^n + A_1 a^{n-1} + \ldots + A_{n-1} a + A_n = 0,$$

$$(2) \qquad B_0 b^n + B_1 b^{n-1} + \ldots + B_{n-1} b + B_n = 0,$$

d'un même degré n.

» En désignant par a_i, b_i les racines de ces équations et par les symboles $\Pi_l(a)$, $\Pi_l(b)$ les produits de l racines quelconques, formons les fonctions

$$\Theta_{k.l} = \Sigma\, \Pi_k(a)\, \Pi_l(b)$$

où $1 \leq k \leq n$, $1 \leq l \leq n$, $l + k \leq n$ et la somme est étendue à tous les produits possibles des racines, en tenant cependant compte que dans les deux produits $\Pi_k(a)$, $\Pi_l(b)$ ne doivent pas figurer les racines avec les mêmes indices. Le nombre de pareilles fonctions est évidemment $\frac{1}{2}n(n-1)$.

» Si l'on élimine les racines entre les équations

$$(3) \qquad \Theta_{k,l} = C_{k,l}$$

où $C_{k,l}$ sont des nouvelles constantes, on obtient $\frac{1}{2}n(n-1)$ relations entre tous les coefficients A_i, B_i, $C_{k,l}$.

» Il n'est pas difficile de se convaincre que les relations seront de telle sorte qu'on pourra les résoudre rationnellement par rapport à deux groupes de $\frac{1}{2}n(n-1)$ coefficients,

$$A_2, \quad A_3, \quad \ldots, \quad A_n, \quad C_{k,l} \qquad (\text{où } k > 1),$$

$$B_2, \quad B_3, \quad \ldots, \quad B_n, \quad C_{k,l} \qquad (\text{où } l > 1).$$

» Appliquées au cas de $n = 3$, nos considérations donnent une transformation birationnelle de l'espace à trois dimensions, qui a des propriétés dignes d'attention.

» Écrivons les équations (1), (2), (3) de la manière suivante :

$$(4) \qquad x_3 a^3 + y_3 a^2 + y_1 a + x_1 = 0,$$

$$(5) \qquad x_3 b^3 + z_3 b^2 + y_2 b + x_2 = 0;$$

$$a_1(b_2+b_3)+a_2(b_1+b_3)+a_3(b_2+b_1)=\frac{\alpha}{x_3},$$
$$a_1a_2b_3+a_2a_3b_1+a_3a_1b_2=-\frac{z_1}{x_3},$$
$$b_1b_2a_3+b_2b_3a_1+b_3b_1a_2=-\frac{z_2}{x_3}.$$

» L'élimination des racines nous donne

$$(6)\quad\begin{cases} x_1\varphi(x_2,y_2,x_3,z_3)=\varphi_1(x_2,y_2,z_2,x_3,y_3,z_3,\alpha),\\ y_1\varphi(x_2,y_2,x_3,z_3)=\varphi_2(x_2,y_2,z_2,x_3,y_3,z_3,\alpha),\\ z_1\varphi(x_2,y_2,x_3,z_3)=\varphi_3(x_2,y_2,z_2,x_3,y_3,z_3,\alpha),\end{cases}$$

où φ, φ_1, φ_2, φ_3 sont des fonctions rationnelles du troisième degré par rapport à chaque système (x_2, y_2, z_2), (x_3, y_3, z_3).

» Il est aisé de voir que les formules (6) peuvent être résolues rationnellement par rapport à deux systèmes (x_2, y_2, z_2), (x_3, y_3, z_3).

» On obtient

$$x_2\varphi(x_1,y_1,x_3,y_3)=\varphi_1(x_1,y_1,z_1,x_3,z_3,y_3,\alpha),$$
$$y_2\varphi(x_1,y_1,x_3,y_3)=\varphi_2(x_1,y_1,z_1,x_3,z_3,y_3,\alpha),$$
$$z_3\varphi(x_1,y_1,x_3,y_3)=\varphi_3(x_1,y_1,z_1,x_3,z_3,y_3,\alpha)$$

et

$$x_3\varphi(x_2,y_2,x_1,z_1)=\varphi_1(x_2,y_2,z_2,x_1,y_1,z_1,\alpha),$$
$$y_3\varphi(x_2,y_2,x_1,z_1)=\varphi_2(x_2,y_2,z_2,x_1,y_1,z_1,\alpha),$$
$$z_3\varphi(x_2,y_2,x_1,z_1)=\varphi_3(x_2,y_2,z_2,x_1,y_1,z_1,\alpha).$$

» La fonction $\varphi(x_2, y_2, x_3, z_3)$ n'est autre chose que le discriminant de l'équation (5); les autres fonctions φ_1, φ_2, φ_3 se calculent aussi sans difficulté.

» Nous voyons que les formules (6) lient les coordonnées des points des trois espaces de manière qu'on peut les résoudre rationnellement par rapport aux coordonnées de chaque espace. On pourrait donner à de telles formules le nom de *transformation trirationnelle*.

» En me bornant ici à cette indication succincte, je me propose de traiter la théorie des transformations *polyrationnelles* dans un Mémoire étendu. »

MÉCANIQUE. — *Sur les moteurs à combustion.* Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Sarrau.

« La théorie des moteurs à gaz ou à pétrole ne me semble pas avoir été présentée jusqu'ici avec toute la simplicité et toute la généralité dont elle est susceptible; je voudrais indiquer très brièvement comment on peut, à mon avis, combler cette lacune.

» Le diagramme, quelle que soit son allure, se partage en deux grandes phases : dans l'une, le mélange gazeux évolue en vase clos, de capacité variable; dans l'autre, il communique plus ou moins librement avec l'atmosphère. En admettant, comme on le fait d'habitude, qu'il soit permis de négliger les échanges de chaleur effectués à travers les parois du cylindre, le travail externe développé dans la première phase est égal à la diminution d'énergie; dans la seconde phase, la pression demeurant sensiblement constante et égale à la pression atmosphérique, le travail est égal au produit de cette pression par la variation de volume. J'emploierai la lettre U ou la lettre W, suivant qu'il s'agira de désigner l'énergie (en calories) du mélange avant ou après la combustion. Soient, au début de la première phase, c'est-à-dire à l'instant où commence la compression, V_0 le volume, T_0 la température absolue et U_0 l'énergie. Soient, à la fin de la même phase, c'est-à-dire à l'instant où commence l'échappement, V_1, T_1, W_1 les valeurs des mêmes variables. Si E représente l'équivalent mécanique de la chaleur, le travail externe est $E(U_0 - W_1)$. Pour la seconde phase, qui ramène du volume V_1 au volume V_0 sous la pression constante p_0, le travail est $p_0(V_0 - V_1)$. Le travail total est donc

$$\varpi = E(U_0 - W_1) + p_0(V_0 - V_1).$$

Pour obtenir le rendement ρ, il suffit de diviser par la quantité de chaleur Q que fournit la combustion; mais on doit s'entendre sur la manière d'évaluer Q. La convention la plus naturelle est qu'il s'agit de la chaleur dégagée par la combustion effectuée à volume constant et à la température T_0. Dès lors, Q n'est autre chose que la variation d'énergie $U_0 - W_0$, d'où, en faisant $E = \frac{1}{A}$,

$$\rho = \frac{U_0 - W_1 + A p_0(V_0 - V_1)}{U_0 - W_0}. \tag{1}$$

» Souvent on suppose la chaleur Q dégagée à une température T_a différente de T_0, par exemple à la température pour laquelle commence réellement la combustion dans le cylindre. Le dénominateur doit alors être remplacé par $U_a - W_a$. Appelons T_b la température à laquelle parviendrait le mélange si, en partant de la température T_a, la combustion s'effectuait à volume constant, sans échange de chaleur avec le dehors. On a évidemment $U_a = W_b$ et le dénominateur peut s'écrire $W_b - W_a$. On peut d'ailleurs, au numérateur, remplacer $U_0 - W_1$ par $U_0 - U_a + W_b - W_1$, de façon à mettre en évidence des variations d'énergie $U_0 - U_a$ et $W_b - W_1$ respectivement obtenues sans changement d'état chimique. Dans ces conditions,

$$(2) \qquad \rho = \frac{U_0 - U_a + W_b - W_1 + A p_0 (V_0 - V_1)}{W_b - W_a}.$$

» Dans le cas particulier où les chaleurs spécifiques à volume constant, c et c', du mélange, considéré avant et après la combustion, sont supposées indépendantes de la température, on a, en prenant comme unité le poids du mélange,

$$W_b - W_a = c'(T_b - T_a),$$
$$W_b - W_1 = c'(T_b - T_1),$$
$$U_0 - U_a = c\,(T_0 - T_a).$$

Si l'on admet en même temps que le mélange brûlé suit la loi des gaz parfaits et si l'on désigne par C' sa chaleur spécifique à pression constante, on a, en appelant T'_0 la température à laquelle parviendrait ce mélange, pris dans l'état T_0, V_0, p_0 et amené sous la pression constante p_0 du volume V_0 au volume V_1,

$$A p_0 (V_1 - V_0) = (C' - c')(T'_0 - T_0),$$

d'où

$$(3) \qquad \rho = \frac{C'(T_0 - T'_0) + c'(T_b - T_1 + T'_0 - T_0) + c(T_0 - T_a)}{c'(T_b - T_a)}.$$

» Cette dernière formule a été trouvée par M. Marchis, dans le cas spécial du diagramme Charon, en analysant l'un après l'autre les phénomènes successifs qui accompagnent le parcours de ce diagramme et en supposant que la combustion se produit d'une manière explosive, aussitôt après l'achèvement de la compression. T_a désigne alors la température initiale et T_b la température finale de l'explosion. Nous voyons que la formule a une portée

générale : elle subsiste quelle que soit l'avance à l'allumage et quelle que soit la lenteur de la combustion. La température T_a peut même être arbitrairement choisie; T_b est une fonction de T_a. Si l'on veut tenir compte des variations des chaleurs spécifiques avec la température, on doit revenir à la formule (2), qui n'exige aucune hypothèse.

» Pour un moteur donné, la seule quantité susceptible de varier d'après le mode de combustion est la température finale T_1. Pour la calculer, il faut connaître, en fonction du volume variable V, la proportion x de gaz brûlé. L'énergie J du mélange partiellement brûlé a pour expression $J = (1 - x)U + xW$ et le principe de l'équivalence donne la relation $dJ + A p dv = 0$, équation différentielle entre les quatre variables p, v, T, x. Si l'on admet, d'autre part, que le mélange, avant comme après la combustion, se comporte comme un gaz parfait, il suffit d'appliquer la loi du mélange des gaz pour avoir, entre les quatre variables, une équation finie, linéaire en x, et, puisque x est, par hypothèse, une fonction connue de V, on peut, par l'élimination de la pression, obtenir entre T et V une équation différentielle dont l'intégration fournit la température finale T_1 (correspondant au volume V_1), connaissant la température initiale T_0 et le volume initial V_0; le problème se trouve ainsi résolu. Dans le cas particulier de la combustion explosive, x passe brusquement de zéro à l'unité au moment de l'explosion et demeure constant dans le reste du parcours, circonstance qui facilite évidemment les calculs. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la force électrique due à la variation des aimants.* Note de M. E. Carvallo, présentée par M. Sarrau.

« 1. *Introduction.* — Pour définir la *force électrique* en un point, Maxwell place en ce point un petit corps, *corps d'épreuve*, qui est préalablement chargé d'une petite quantité d'électricité e. Le corps est poussé par une force F. La limite de $\frac{F}{e}$ quand les dimensions du corps d'épreuve et sa charge tendent vers zéro est, pour Maxwell (*Traité d'Électricité*, n° 44), la force électrique au point considéré.

» Cette définition comporte des difficultés pratiques quand on veut l'appliquer à l'exploration d'un champ électrique faible. Je vais les préciser et montrer le rôle perturbateur qu'elles jouent dans l'expérience de M. V. Crémieu sur le champ électrique dû à la variation d'un aimant (¹).

(¹) Crémieu, *Thèse*, première Partie, mai 1901.

» Le résultat négatif de cette expérience passe pour contraire aux idées de Maxwell sur l'électricité. Je montrerai qu'il confirme la théorie que j'ai exposée récemment ([1]) et qui est conforme aux principes essentiels de Maxwell.

» 2. *Difficultés relatives à la mesure de la force électrique.* — Dans les idées de Faraday et Maxwell, dire que le corps a été préalablement électrisé, c'est dire que des tubes de force partent de sa surface pour aller à d'autres corps chargés en signe contraire. Passer ceux-ci sous silence, c'est supposer que les corps sous-entendus sont assez éloignés et assez peu chargés pour satisfaire à deux conditions :

» 1° Les attractions qu'ils exercent sur le corps d'épreuve ne troublent pas sensiblement son équilibre ;

» 2° Leur influence sur le champ étudié est négligeable.

» Enfin, une condition difficile à réaliser, mais nécessaire à une mesure correcte, c'est que la charge et les dimensions du corps d'épreuve soient assez petites pour n'exercer aucune influence sensible sur le champ qu'on veut explorer.

» Ces conditions ne sont pas réalisées dans l'expérience de M. Crémieu.

» 3. *Expérience de M. Crémieu. Son résultat négatif.* — Un anneau horizontal AA_1B_1B (le lecteur est prié de faire cette figure très simple) est formé de deux moitiés conductrices AA_1 et B_1B liées par des lames de mica A_1B_1 et BA. Il est mobile dans son plan et autour de son centre sous l'action du flux d'induction Φ d'un électro-aimant vertical qui traverse l'anneau suivant son axe. Six fois par seconde, l'électro-aimant est excité après qu'une forte charge électrique e a été déposée sur l'anneau, et la charge est enlevée avant qu'on supprime l'excitation de l'électro-aimant. Le phénomène à observer est la rotation de l'anneau. L'expérience montre que l'anneau ne tourne pas.

» 4. *Interprétation inexacte de l'expérience.* — D'après les idées de Maxwell, l'excitation de l'électro-aimant produit dans l'air environnant un champ électrique, et la force électrique de ce champ est réglée par la condition que son intégrale suivant un circuit fermé est égale à la force électromotrice qui est induite dans ce circuit par l'excitation de l'électro-aimant. Par raison de symétrie, elle est également distribuée tout autour de l'aimant quand l'anneau est enlevé.

» M. Crémieu pense appliquer la définition de la force électrique en

---

([1]) Carvallo, *Comptes rendus*, 30 décembre 1901 et 6 janvier 1902. — *L'Électricité*, mai 1902. Paris, C. Naud.

admettant que chaque élément de l'anneau chargé est poussé par une force proportionnelle à sa charge et à la *force électrique qu'offrirait le champ au point où est cet élément si l'anneau était enlevé.* Avec cette hypothèse, les forces électriques développées par l'électro-aimant devraient faire tourner l'anneau sous l'action d'un couple moteur moyen égal à $e \times 6\Phi$.

» L'hypothèse est fausse, car le corps d'épreuve est loin de satisfaire aux conditions de la définition (n° 2) : il exerce une influence prépondérante sur la force électrique due à l'excitation de l'électro-aimant, l'annulant le long des parties métalliques pour la concentrer dans les coupures. Je vais établir ces résultats et montrer que l'immobilité de l'anneau est prévue par la théorie.

» 5. *Analyse de l'expérience par les lois de Kirchhoff.* — L'anneau est sensiblement un tube de courant. Appliquez-lui les deux lois de Kirchhoff, avec la généralité qu'elles comportent, savoir :

» Première loi. — *Le flux du courant total à travers toute surface fermée est nul.*

» Seconde loi. — *La force électromotrice totale dans tout circuit fermé est nulle.*

» Vous trouverez les résultats suivants, en supposant d'abord que l'anneau n'a pas été électrisé :

» Les coupures A_1B_1 et BA présentent des forces électriques considérables, sensiblement *uniformes* et *égales :* l'intégrale le long des coupures en est à peu près égale à la force électromotrice induite par l'électro-aimant, car celle de Joule ($-ri$) dans l'anneau est négligeable. Les extrémités A_1 et B_1 s'attirent, les extrémités A et B s'attirent et les attractions sont égales. Mais les demi-anneaux sont liés par les lames de mica : de ce fait, l'anneau ne bougera pas. Quant à la force électrique le long du contour de l'anneau, elle ne peut en aucune façon le faire tourner. Examinons-la cependant. Sa composante tangentielle est donnée par la loi que j'ai énoncée sur les surfaces de discontinuité et qui est une conséquence de la seconde loi de Kirchhoff généralisée, savoir :

» *La composante tangentielle de la force électromotrice est continue.*

» Or, la force électromotrice, c'est celle de Joule dans le métal, c'est la force électrique changée de signe dans l'air. La force de Joule étant très faible, la composante tangentielle de la force électrique le long de l'anneau est aussi très faible. La composante normale est insensible en l'absence de charge électrique préalable.

» Tenons compte maintenant de la charge préalablement donnée à



l'anneau. Elle est répartie sur le contour de l'anneau. De là des forces normales à l'anneau, considérables, mais de moment nul. Les composantes tangentielles demeurent insensibles. Quant aux coupures, elles ont pris des charges électrostatiques très faibles, d'autant plus faibles que les moitiés métalliques sont plus rapprochées, de sorte que la force électrique n'y est pas sensiblement changée par la charge préalable; elle reste à peu près *uniforme*. Les conclusions relatives à l'attraction des demi-anneaux et à l'immobilité du système ne sont pas changées. Pour les changer, pour avoir un couple moteur notable, il faudrait avoir de fortes charges préalables aux coupures. Le moyen de les obtenir est de remplacer le couple de demi-anneaux par un seul demi-anneau ou par un secteur, et l'on n'a aucun intérêt à augmenter l'angle d'ouverture du secteur. En le prenant petit, on se rapprocherait du petit corps d'épreuve de Maxwell. L'expérience pourrait devenir correcte et donner un résultat positif.

» 6. *Conclusions*. — L'expérience de M. Crémieu devait donner un résultat négatif. La constatation en était rendue difficile par les attractions dues à la forte électrisation de l'anneau. Elle fait honneur à l'habileté et à la sincérité de M. Crémieu, qui cherchait et espérait trouver la rotation de l'anneau. Elle confirme nos vues sur l'électricité. Si elle rectifie une idée fausse qui a pu se glisser dans l'interprétation de la pensée de Maxwell, elle n'atteint aucun point essentiel de sa théorie. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les variations de la lumière zodiacale*. Note de M. L. **Décombe**, présentée par M. Lippmann.

« La lumière zodiacale, dont la nature a été si longtemps discutée, semble devoir être considérée comme le résidu de la nébuleuse solaire primitive dont la condensation progressive a engendré, comme on sait, les divers astres de notre système.

» Cette conclusion paraît s'imposer depuis que les observations les plus précises ont montré que cette lumière s'étendait, contrairement à ce qu'on avait cru pendant longtemps, bien au delà de l'orbite terrestre. On sait d'ailleurs que la lumière zodiacale se présente sous la forme d'un disque aplati, dont le plan coïncide très sensiblement avec le plan général des orbites planétaires.

» Si l'on admet que, pour une raison quelconque, l'électricité ait été placée initialement hors d'équilibre dans un tel système, on sera obligé

d'admettre, vu la faible résistance de ce milieu très raréfié, que, pour atteindre sa position d'équilibre, l'électricité doit exécuter dans ce système une série d'oscillations dont l'amortissement ne peut qu'être extrêmement faible.

» Cette manière de voir revient, si l'on veut, à assimiler le disque zodiacal à une plaque vibrante, les oscillations étant toutefois de nature électromagnétique.

» Admettons que l'astre central, le Soleil, soit un ventre de vibration et considérons la vibration fondamentale donnant lieu à une ligne nodale à la périphérie du disque supposé circulaire. Si l'on représente par D le rayon de ce disque, par V la vitesse de la perturbation et par T sa période, nous aurons

$$D = VT. \tag{1}$$

» Devons-nous prendre $V = 300000^{km}$ par seconde, c'est-à-dire à la célérité de l'onde électromagnétique? Si l'on remarque que le disque zodiacal n'est pas un conducteur ordinaire supportant l'électricité comme le fait, par exemple, un condensateur, mais un milieu où la matière extrêmement raréfiée se présente vraisemblablement à l'état d'*ions* libres, on sera conduit à prendre pour V la valeur de 300^{km} déterminée par Thomson pour la vitesse des ions dans la décharge cathodique.

» Si l'on fait alors T = 11 ans dans la formule (1), on trouve pour D une valeur dont l'ordre de grandeur est entièrement comparable à celui des dimensions de la nébuleuse solaire. »

OPTIQUE. — *Double réfraction accidentelle des liquides mécaniquement déformés*. Note de M. G. DE METZ, présentée par M. H. Poincaré.

« On s'occupe depuis longtemps du phénomène de la double réfraction accidentelle dans les liquides. C'est à Maxwell (1866) et à M. Mach (1872) que l'on doit les premières recherches de ce genre. Plus tard, avec des moyens plus perfectionnés, MM. Kundt, de Metz, Umlauf, Hill et Almy ont notablement élargi le sujet, en indiquant les liquides qui sont doués de cette propriété optique, savoir les huiles végétales ou animales et les dissolutions de quelques colloïdes. Plusieurs de ces auteurs ont vainement essayé de franchir la limite inattendue qui semble se présenter.

» Sans entrer ici dans des détails historiques, je dirai simplement que

Maxwell a trouvé pour la première fois la double réfraction accidentelle en agitant une spatule convenablement dirigée dans le baume de Canada. M. Mach, un peu plus tard, l'a retrouvée d'une manière indépendante, en fléchissant rapidement le verre et la colophane fondus, et en pressant brusquement une solution aqueuse d'acide métaphosphorique et de baume de Canada, très épais l'un et l'autre, presque solides. Depuis lors, on a abandonné ces méthodes simples pour d'autres plus compliquées, mais qui paraissaient plus fructueuses. Je me permets de présenter ici quelques résultats qui se rattachent à ceux de Maxwell et de M. Mach.

» Ma méthode est fort simple en principe. Elle consiste à placer le corps étudié, liquide ou en état de gelée, entre deux nicols dont les sections principales sont croisées à angle droit et font, en même temps, un angle de 45° avec l'horizon. Le corps se trouve dans un vase spécial, en verre à glaces, ouvert dans sa partie supérieure et muni dans son intérieur de deux plaques métalliques, $3^{cm},8 \times 2^{cm}$, parallèles entre elles et mobiles dans la direction horizontale. Une disposition mécanique permet de les rapprocher ou de les éloigner brusquement, en opérant du dehors sur des tiges correspondantes. Par conséquent, le corps contenu entre ces plaques éprouve une espèce de contraction ou d'extension brusques dans la direction horizontale; il accuse alors une double réfraction instantanée, dont la grandeur dépend de la vitesse de la déformation.

» Le plus souvent, j'observais à travers le nicol analyseur l'apparition de la lumière du sodium, qui brûlait devant le nicol polariseur. Quelquefois aussi je plaçais, entre le vase à liquide et le nicol analyseur, un compensateur de Babinet, d'une construction spéciale due à M. Pellin, de Paris; je mesurais alors la différence de marche des deux rayons, en fraction de la longueur d'onde λ du sodium.

» Dans ces conditions, j'ai pu reproduire le phénomène, non seulement avec les corps presque solides cités au commencement de cette Note et étudiés par Maxwell et par M. Mach, mais aussi avec beaucoup d'autres, parmi lesquels se trouvent des corps vraiment liquides. En voici la liste, en les rangeant d'après la grandeur de la double réfraction accidentelle croissante :

Dissolution aqueuse d'acide métaphosphorique.
Silice gélatineuse.
Dissolution de dammar dans l'essence de térébenthine.
Vernis à tableaux, très vieux.
Baume de copahu Maracaïbo.
Vernis au copal, Mœwes à Berlin.
Collodion duplex, 4 pour 100.
Baume de Canada.
Térébenthine de Venise.
Vernis à tableaux, Marx à Saint-Pétersbourg.
Vernis au dammar, Marx à Saint-Pétersbourg.
Dissolution de colophane dans l'essence de térébenthine.
Gelée de carragaheen.
Gelée d'agar-agar.
Vernis au copal, Marx à Saint-Pétersbourg.
Gelée de gélatine.

» La plus petite différence de marche s'observe avec la dissolution aqueuse d'acide métaphosphorique; la plus grande, avec la gelée de gélatine.

» Pour donner une idée des valeurs absolues, il suffira de dire que, pour la gelée de gélatine, cette différence est égale à $0,9\lambda$; pour le vernis au copal de Marx, à $0,33\lambda$; pour le vernis au dammar, à $0,07\lambda$; pour le baume de Canada liquide, à $0,03\lambda$; pour les autres corps qui les précèdent dans le Tableau, la différence de marche est si petite que le compensateur ne la décèle guère, tandis que la lumière apparaît encore très bien entre les deux nicols au moment de la déformation, le compensateur étant enlevé.

» Quand on étudie le phénomène, on est tenté de le rattacher à la viscosité des corps. Ce serait là une erreur, comme on peut s'en convaincre par l'inspection du Tableau suivant, où les mêmes corps sont rangés maintenant d'après leur vitesse de dénivellement et où l'on a placé la glycérine, comme terme de comparaison. Le Tableau commence par les corps fluides et finit par les gelées, qui sont immobiles :

Vernis au dammar, Marx.
Vernis au copal, Marx.
Vernis au copal, Mœwes.
Glycérine.
Vernis à tableaux, Marx.
Collodion duplex, 4 pour 100.
Vernis à tableaux, très vieux.
Baume de copahu, Maracaïbo.
Dissolution aqueuse d'acide métaphosphorique.
Baume de Canada.
Dissolution de dammar dans l'essence de térébenthine.
Térébenthine de Venise.
Dissolution de colophane dans l'essence de térébenthine.
Silice gélatineuse.
Gelée de carragaheen.
Gelée d'agar-agar.
Gelée de gélatine.

» S'il n'y a pas de relation manifeste entre le phénomène optique et la viscosité de ces différents fluides, il y en a une pour un même fluide.

» Il suffit, par exemple, de chauffer un de ces corps pour affaiblir aussitôt sa double réfraction accidentelle. Quelquefois, le corps chaud ne montre pas trace de double réfraction, tandis que, refroidi jusqu'à la température ambiante, il la présente manifestement. Ce résultat est conforme aux recherches antérieures faites par Kundt et par moi sur la double réfraction accidentelle des huiles et des colloïdes, par la méthode compliquée des cylindres tournant à grande vitesse.

» En terminant, je dois indiquer une particularité très intéressante, qui n'a pas été signalée jusqu'ici : c'est la durée du phénomène optique. Le plus

souvent, le phénomène optique persiste aussi longtemps que la déformation mécanique; si la déformation est instantanée, la lumière apparaît dans l'œil de l'observateur et s'éteint aussitôt. Mais, pour certains liquides, le phénomène optique dure quelques instants après la déformation, et parfois quelques minutes : c'est ce qui arrive pour les vernis au dammar et au copal, de Marx, et pour le collodion. Ces substances se rapprochent donc déjà de la catégorie des *cristaux liquides* de M. Lehmann, qui possèdent la double réfraction permanente. M. Fammann a vivement combattu les idées de M. Lehmann : il attribue les phénomènes optiques observés par M. Lehmann dans la chlorestérylbenzoate, le *p.*-azoxyanisol, le *p.*-azoxyphénétol, à l'état trouble de la matière, qu'il considère comme en état d'émulsion. Il est donc important de remarquer que, dans mes expériences, le collodion et les vernis au copal sont réellement plus ou moins troubles et opalescents, mais que le vernis au dammar est tout à fait transparent, comme d'ailleurs tous les autres liquides dont il est question dans cette Note. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur une nouvelle isomérie de l'azote asymétrique.* Note de M. E. **Wedekind**, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai signalé [1], il y a quelques années, un phénomène d'isomérie remarquable, à propos de l'iodure de benzylallylphénylméthylammonium : cet iodure se présente sous deux modifications absolument différentes, selon qu'on le prépare en faisant agir, d'une part, l'iodure d'allyle sur la méthylbenzylaniline ou l'iodure de benzyle sur la méthylallylaniline, et, d'autre part, l'iodure de méthyle sur la benzylallylaniline.

» Ces deux modifications constituent deux individus chimiques, parfaitement définis et bien cristallisés; elles ne peuvent pas être transformées l'une dans l'autre et possèdent, par conséquent, la même stabilité. J'ai supposé qu'il s'agissait ici d'une isomérie stéréochimique, due à la présence d'un atome d'azote asymétrique, et susceptible de se produire dans le cas où les radicaux rattachés à l'azote seraient suffisamment lourds.

» Les faits qui viennent d'être rappelés confirment les théories de M. Le Bel, d'après lesquelles l'isomérie optique et l'isomérie chimique peuvent se rencontrer parmi les dérivés de l'ammonium quaternaire pos-

(1) E. Wedekind, *Berichte d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXXII, p. 517, 3561.

sédant quatre radicaux hydrocarbonés différents unis à l'atome d'azote.

» La grande analogie du carbone et de l'azote asymétrique étant connue, analogie qui ressort de nos expériences ainsi que de celles de M. Le Bel et de M. W.-J. Pope, il nous a paru intéressant de préparer des corps renfermant *deux* atomes d'azote asymétrique ([1]).

» J'ai réussi, en effet, à préparer, avec le concours de M. R. Oechslen, deux sels isomériques renfermant deux atomes d'azote asymétrique; ces sels prennent respectivement naissance dans l'action de l'iodure d'éthylène sur le tétrahydro-isoquinoléine-az-acétate d'éthyle et dans celle de l'iodacétate d'éthyle sur l'az-éthényl-bis-tétrahydro-isoquinoléine :

```
           /CH²— CH²             I        I          CH²— CH²\
(I)   C⁶H⁴<      |              CH²— CH²              |         >C⁶H⁴
           \CH²— Az                                   Az  — CH²/
                 |                                    |
                 CH².CO²C²H⁵              C²H⁵O²C.CH²

           /CH²— CH²                                  CH²— CH²\
(II)  C⁶H⁴<      |                                    |         >C⁶H⁴
           \CH²— Az————————CH²— CH²————————Az  — CH²/
                  \I                        I/
                   CH².CO²C²H⁵    C²H⁵O²C.CH²
```

» Le produit obtenu suivant l'équation (I) est très stable et bien cristallisé; l'isomère, également cristallisé, est, au contraire, si instable que la chaleur solaire ou l'eau chaude le décomposent; il suffit d'une cristallisation dans l'alcool ou dans l'éther acétique pour provoquer l'élimination d'une molécule d'éther iodacétique et la formation d'un composé très stable, qui ne renferme plus qu'un seul atome d'azote asymétrique

```
        CH²— CH²                 CH²—CH²\
C⁶H⁴<         | / I              |        >C⁶H⁴.
      \ CH²—Az—CH²—CH²—Az — CH²/
              \CH²—CO²—C²H⁵
```

» Il est, par conséquent, impossible d'isomériser le second composé, car celui-ci n'existe qu'aux températures inférieures à $+50°$. Le premier est, au contraire, si stable qu'on peut le maintenir à l'état fondu (vers $+170°$) sans percevoir l'odeur de l'éther iodacétique.

» L'isomérie de ces composés azotés n'est pas tout à fait comparable à celle des acides α, α_1-dialcoyladipiques. En effet, dans ce dernier cas, les deux modifications prennent naissance simultanément dans la même

---

([1]) Comp. O. Aschan, *Berichte d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXXII, p. 992.

réaction; au contraire, chacun des isomères de l'azote décrits plus haut ne peut être obtenu que d'une seule façon ([1]).

» Nous avons pu constater, en effectuant des cristallisations fractionnées, que le produit de réaction (I) était absolument homogène. La même observation a été faite à propos de l'iodure d'az-éthényl-bis-méthyl-tétrahydroquinoléinium.

» La préparation de ces sels s'effectue de la façon suivante :

» *Isomère stable.* — 2^{mol} d'éther tétrahydro-isoquinoléine-az-acétique et 1^{mol} d'iodure d'éthylène sont chauffées doucement jusqu'à dissolution complète; on laisse ensuite reposer le mélange pendant 8 jours et l'on fait cristalliser dans l'alcool éthéré le produit, qui a pris une consistance visqueuse. On obtient ainsi de petites tables fusibles à 168°-169°. L'analyse a donné les résultats suivants : I pour 100, 35,56; la formule $C^{28}H^{38}O^4Az^2I^2$ exigerait : I pour 100, 35,28.

» *Isomère instable.* — L'éthényl-bis-tétrahydro-isoquinoléine nécessaire à cette préparation a été obtenue en mélangeant 2^{mol} de tétrahydro-isoquinoléine avec 1^{mol} de bromure d'éthylène. Après 12 heures, la masse est reprise par très peu d'alcool, additionnée de soude et épuisée par l'éther. L'extrait éthéré est évaporé, et le résidu dissous dans de l'éther de pétrole en présence du noir animal; la solution filtrée abandonne, par évaporation dans le vide à froid, des cristaux presque incolores, fusibles vers 95°.

» L'analyse de ce corps a fourni les chiffres suivants : carbone pour 100, 80,90; hydrogène pour 100, 8,6. La formule $C^{20}H^{24}Az^2$ exigerait : carbone pour 100, 81,19; hydrogène pour 100, 8,22.

» L'éthényl-bis-tétrahydro-isoquinoléine a été chauffée en vase clos pendant 2 heures à 50° avec un grand excès d'éther iodacétique. Après refroidissement, la masse solide est broyée et lavée avec de l'éther qui enlève l'iodacétate d'éthyle et qui la transforme en une poudre jaune répondant à la formule $C^{28}H^{38}Az^2O^4I^2$.

» L'analyse du produit brut a conduit aux résultats suivants : trouvé, I pour 100, 34,27; théorie, I pour 100, 35,28.

» Le sel ainsi obtenu fond vers 52° en foisonnant et en éliminant de l'éther iodacétique. Chauffé avec de l'eau, il se décompose en iodacétate et en l'iodure $C^{24}H^{31}Az^2O^2I$ très stable, qui a été mentionné plus haut et qui fond à 158°. (Dosage d'iode : trouvé, I pour 100, 25,61; calculé, 25,1.)

» On arrive au même résultat lorsqu'on conserve l'isomère instable quelque temps dans un vase fermé.

([1]) M. O. Aschan avait indiqué, dans une Note préliminaire (*Berichte d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXXII, p. 993), que l'action de l'iodure de méthyle sur l'éthényl-bis-pipéridine donnait naissance à deux sels différents; M. Aschan m'a prié d'annoncer que des recherches ultérieures lui ont démontré l'identité de ces sels. Ce résultat vient confirmer mes propres observations.

» *Conclusions*. — En résumé, la présence de *deux* atomes d'azote asymétrique dans une molécule paraît rendre possible l'existence de sels d'ammonium stéréo-isomériques, qui prennent naissance dans des réactions différentes. Nous cherchons actuellement à trouver de nouveaux exemples de cette isomérie, et nous nous proposons d'appliquer la méthode de M. Pope à la forme stable, qui pourrait être dédoublée en les deux isomères actifs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aldéhyde benzène-azobenzoique*. Note de M. P. **Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai montré, dans une précédente Note (1), qu'il n'est pas possible d'appliquer la réaction de Friedel et Crafts à l'azobenzène ou à ses dérivés, et de préparer, par ce procédé, des composés du type

$$C^6H^5.Az = Az.C^6H^4.CO.R.$$

» On peut, par contre, réaliser très facilement la synthèse de ces derniers, en appliquant à un mélange de dérivés nitrés la méthode générale de préparation des hydrazoïques et des azoïques :

$$C^6H^5.AzO^2 + AzO^2.C^6H^4.R + 10H = C^6H^5.AzH.AzH.C^6H^4.R + 4H^2O.$$

» J'ai obtenu ainsi l'aldéhyde benzène-azo-*p*.-benzoïque

$$C^6H^5.Az = Az.C^6H^4.CHO(4),$$

dont je décrirai ici la formation et les principales propriétés.

» Un mélange équimoléculaire de nitrobenzène (50^g) et d'acétal diméthylique de l'aldéhyde *p*.-nitrobenzoïque (80^g) est dissous dans 500^{cm^3} d'alcool à 80 pour 100 et additionné de lessive de soude à 36 pour 100 (90^g); cette solution est chauffée vers 80° et traitée peu à peu par de la poudre de zinc, selon la méthode habituelle, jusqu'à décoloration complète; la liqueur est ensuite filtrée à chaud et oxydée par l'oxyde jaune de mercure, de façon à transformer les hydrazoïques en azoïques.

» J'ai obtenu, dans ces conditions, un mélange d'azobenzène, d'acétal benzène-azobenzoïque et d'acétal *p*.-azobenzoïque

$$(CH^3O)^2.CH.C^6H^4.Az = Az.C^6H^4.CH(OCH^3)^2.$$

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 465.

La séparation de ces trois corps peut être effectuée, partiellement du moins, par le procédé suivant :

» Une première cristallisation dans l'alcool bouillant permet d'isoler la majeure partie de l'acétal symétrique qui est très peu soluble à froid. Les eaux mères alcooliques sont ensuite évaporées et le résidu est soumis à la distillation dans le vide. L'azobenzène distille d'abord vers 175° sous 15^{mm}; de 175° à 215°, il passe un mélange d'azobenzène et de mono-acétal; puis, de 215° à 220°, du mono-acétal sensiblement pur, et enfin, au delà de 220°, un mélange des deux acétals qu'il est très difficile de dédoubler.

» Le mélange d'azobenzène et de mono-acétal a été chauffé pendant une demi-heure au bain-marie avec un excès d'acide sulfurique à 20 pour 100, opération qui a pour résultat de mettre l'aldéhyde en liberté. Le produit est ensuite cristallisé une ou deux fois dans l'alcool, puis dans l'acétone; l'aldéhyde, beaucoup moins soluble que l'azobenzène, se dépose en premier; on en achève la purification par des lavages à l'éther de pétrole.

» Les rendements n'ont pas été déterminés exactement; cependant, l'évaluation approximative de l'azobenzène formé permet d'admettre que la moitié au moins du produit de la réaction est constituée par de l'acétal mixte.

» L'*aldéhyde-azo-p.-benzoïque* [1] cristallise dans l'acétone en grandes paillettes d'un rouge, saumon, douées d'un très vif éclat, solubles dans les liquides organiques, sauf dans l'éther de pétrole. Elle fond à 120°,5 et se laisse sublimer très facilement; son odeur, à peine perceptible à froid, très nette à chaud, se rapproche de celle de l'azobenzène. La *phénylhydrazone* cristallise dans l'alcool en petites aiguilles rouges très peu solubles, qui fondent vers 165°-166°.

» L'*aldéhyde p.-azobenzoïque*, $CHO.C^6H^4.Az = Az.C^6H^4.CHO$, s'obtient en chauffant le diacétal correspondant avec de l'acide sulfurique dilué; elle fond à 237°-238°, tout en sublimant déjà vers 220°, et se présente sous la forme de paillettes rouge brun solubles dans l'alcool amylique et le nitrobenzène bouillants, presque insolubles dans les autres liquides organiques. La *dihydrazone* cristallise dans le nitrobenzène en aiguilles d'un rouge foncé, très peu solubles dans les dissolvants usuels; elle fond à 278°,5 en se décomposant, et se dissout dans l'acide sulfurique concentré avec une coloration d'un bleu intense. Le *diacétal diméthylique* fond à 118°; il se présente sous la forme de paillettes orangées, solubles dans l'alcool chaud et dans l'éther. Tous ces composés ont fourni à l'analyse des chiffres satisfaisants.

» Je me propose de compléter l'étude de ces aldéhydes et d'utiliser la

---

(1) L'analyse de ce composé a fourni les chiffres suivants : trouvé, C pour 100, 74,23; H pour 100, 4,94; la formule $C^{13}H^{10}OAz^2$ exigerait : C pour 100, 74,29; H pour 100, 4,76.

même réaction pour préparer des dérivés azoïques à fonction cétonique, alcoolique et acide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation de la morphine par le suc de* Russula delica *Fr.* Note de M. J. BOUGAULT, présentée par M. A. Haller.

« Il y a quelques années, M. Bourquelot ([1]) a observé qu'une solution alcoolique de morphine additionnée de suc de *Russula delica* donne lieu à la formation d'un précipité, sans doute un produit d'oxydation de l'alcaloïde. Sur ses conseils, j'ai cherché à en déterminer la composition.

» Au lieu de morphine j'ai employé le chlorhydrate, beaucoup plus facilement soluble.

» La solution suivante à été abandonnée à l'air dans un vase à large ouverture, simplement recouvert d'une feuille de papier : chlorhydrate de morphine 2^g, eau distillée 50^{cm^3}, suc de *Russula* ([2]) 100^{cm^3}. Au bout de 24 heures le liquide est trouble et des cristaux microscopiques commencent à se précipiter; au bout de 3 ou 4 jours le dépôt n'augmente plus, et le liquide est redevenu limpide.

» Les cristaux recueillis alors sont exclusivement formés de chlorhydrate d'oxymorphine, dont on isole facilement la base par dissolution dans l'eau chaude et précipitation par le bicarbonate de soude.

» Pour arriver à cette identification, j'ai comparé le produit ainsi obtenu avec l'oxymorphine (je rappelle que ce corps porte également les noms de pseudomorphine, déhydromorphine, oxydimorphine) préparée par oxydation de la morphine par le ferricyanure de potassium en liqueur alcaline ([3]). La comparaison des propriétés physiques des deux produits ainsi que l'analyse de leurs chlorhydrates et sulfates m'a démontré leur identité.

» Je donnerai seulement les résultats qui se rapportent au pouvoir rotatoire, parce qu'ils sont tout à fait concluants et présentent une particularité intéressante. Le pouvoir rotatoire, pris en solution alcaline, est très variable ; il diminue d'abord quand l'alcalinité augmente, passe par un minimum (que je n'ai pas déterminé) et remonte ensuite pour une alcalinité encore plus forte. Une solution contenant $1^g,087$ d'oxymorphine, 32^{cm^3} de soude $\frac{N}{10}$, et eau quantité suffisante pour 100^{cm^3}, examinée en tube de 10^{cm} après dilution avec des liquides plus ou moins alcalins, a donné les résultats

([1]) *Journ. de Pharm. et Chim.*, 6e série, t. IV, 1896, p. 382.

([2]) Ce suc est préparé, suivant les indications de M. Bourquelot, en triturant 1 partie du champignon frais avec 1 partie de sable et 1 partie de glycérine ($D = 1,24$); on soumet à la presse et l'on filtre.

([3]) KARL POLSTORFF, *Berichte d. d. chem. Gesell.*, t. XIII, 1880, p. 87.

ci-après, avec les deux produits : oxymorphine (ferricyanure) et oxymorphine (*Russula*) :

	Oxymorphine (ferricyanure).	Oxymorphine (*Russula*).
La solution primitive	$-3°28'$	$-3°30'$
La solution avec volume égal d'eau distillée	$-1,39$	$-1,39$
» » de soude $\frac{N}{10}$	$-1,31$	$-1,32$
» » de soude $\frac{5}{100}$	$-0,42$	$-0,43$
» » de soude $\frac{30}{100}$	-1	$-1,2$

» L'identité est manifeste.

» J'ajoute que la transformation en oxymorphine est complète au bout de 10 jours (peut-être avant); en effet, les eaux mères de la préparation mentionnée plus haut, examinées au bout de 10 jours, ne contenaient plus trace de morphine.

» Cette transformation de la morphine, par un suc végétal oxydant, donne à penser que le même alcaloïde, introduit dans l'organisme par voie stomacale ou hypodermique, doit subir la même transformation sous l'influence des oxydations dont l'organisme est le siège. La possibilité d'une semblable oxydation a déjà été envisagée par plusieurs expérimentateurs, mais les résultats de leurs recherches ont été très variables : les uns n'ont pas trouvé d'oxymorphine, tandis que d'autres en ont toujours rencontré, quelquefois même à l'exclusion de la morphine.

» Je n'ai pas encore d'expériences personnelles à apporter sur cette question. Je me contenterai d'appeler l'attention sur quelques points importants à considérer dans la recherche de l'oxymorphine.

» C'est d'abord l'insolubilité, déjà signalée, de cet alcaloïde, et dont l'exemple suivant donnera une idée :

» J'ai vérifié que 200^{cm^3} de chloroforme, d'alcool amylique, d'éther acétique, d'éther ordinaire ne dissolvent pas 1^{cg} d'oxymorphine. Le dissolvant le plus convenable pour enlever l'oxymorphine à un mélange complexe est l'alcool amylique ammoniacal, indiqué par Lamal [1].

» Il ne faudra pas oublier non plus que les sels à acides minéraux sont peu solubles dans l'eau (le chlorhydrate est le plus soluble : 1 pour 70), moins solubles encore dans l'eau acidulée et dans l'alcool. Les sels à acides organiques (oxalate, tartrate) sont assez facilement solubles dans l'eau en

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Méd. de Belgique*, 1888.

présence d'un excès d'acide, mais l'alcool ne les dissout pas et d'autant moins qu'il est plus concentré : 100^{cm^3} d'alcool absolu (en réalité 99°,6) additionnés de 2^g acide tartrique ne dissolvent pas 1^{cg} d'oxymorphine.

» S'agit-il maintenant de séparer un mélange de morphine et d'oxymorphine, la transformation en sulfates me paraît indiquée; le sulfate de morphine est bien soluble dans l'eau, le sulfate d'oxymorphine très peu ($\frac{1}{500}$ environ) (¹). »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la lipase du sang*. Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans des Notes récentes, MM. Doyon et Morel ont contesté l'existence de la lipase dans le sérum et dans le sang, en se fondant sur ce fait que ces liquides ne saponifient pas l'huile ajoutée. Il est vrai que dans une expérience récemment publiée (*Société de Biologie*, 1902, p. 183) j'ai cru avoir réalisé ce dédoublement; mais n'ayant pu le répéter avec d'autres sérums, j'admets avec MM. Doyon et Morel qu'il y a eu dans ce cas contamination.

» Mais, cette expérience écartée, la question de l'existence de la lipase dans le sang reste tout entière, et il importe de voir si les observations de MM. Doyon et Morel suffisent pour l'infirmer.

» Le fait que l'huile n'est pas dédoublée par le sérum tient vraisemblablement à ce qu'elle n'est pas mouillée et, dès lors, le ferment ne peut agir, puisqu'il n'est pas en contact avec la matière grasse. Voici, du reste, ce que je disais dans la Note des *Comptes rendus* (1896) où j'annonçais la découverte de ce ferment : « Les graisses » naturelles se prêtent mal à cette étude; par leur insolubilité, par celle des acides gras » qui résultent de leur dédoublement, elles ne sont guère mouillées par le sang, qui n'a » sur elles qu'une action fort lente. Aussi me suis-je d'abord adressé aux éthers des » acides gras proprement dits et particulièrement à un éther peu soluble dans l'eau » mais facilement émulsionnable, la monobutyrine découverte par M. Berthelot qui a » signalé sa facile saponification par le suc pancréatique ».

(¹) Pour caractériser des traces de produit, je recommande la réaction suivante : dissoudre une parcelle du produit dans SO^4H^2 conc., et ajouter une goutte d'une solution très diluée de formol; il se produit une coloration verte. On sait que la morphine, dans les mêmes conditions, donne une coloration rouge violacé très foncée.

Cette réaction est beaucoup plus nette que celles, peu nombreuses du reste (réactif de Fröhde, SO^4H^2 et nitrite de soude), qui ont été signalées jusqu'ici.

» J'ai montré, depuis, qu'un nombre considérable d'éthers de divers acides gras, tant de la glycérine que des autres alcools, étaient saponifiés par le sérum, et j'ai appelé *lipase* le ferment auquel sont dues ces réactions. Avant d'affirmer que la lipase n'existe ni dans le sérum ni dans le sang, MM. Doyon et Morel auraient dû démontrer que les faits que j'ai annoncés étaient inexacts; c'est ce qu'ils ont négligé de faire.

» J'ai établi que cette lipase dédouble les corps gras qui sont dans le sang. MM. Doyon et Morel ont répété mon expérience, et je rapporte ici les chiffres mêmes qu'ils ont publiés et qu'ils m'opposent (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 622).

		Graisses.	Acides gras combinés à l'état de savons.	Acides gras libres.	Glycérine.
I. Sang de chien	à l'origine......	4,234	0,581	0,320	néant
	après 96 heures d'étuve......	0,70	0,816	0,507	néant
II. Sérum de cheval ...	à l'origine......	3,05	0,21	0,40	néant
	après 144 heures d'étuve......	0,77	0,55	0,98	néant

» On voit que, dans la première expérience, il a disparu $3^{g},534$ de graisse, tandis que les acides gras libres ou à l'état de sels augmentaient de $0^{g},422$. Dans la deuxième, les graisses diminuaient de $2^{g},28$ et les acides s'accroissaient de $0^{g},92$.

» Donc, l'expérience de MM. Doyon et Morel montre que 12 pour 100 de la graisse disparue dans le cas du sang, 42 pour 100 dans le cas du sérum, apparaissent sous forme d'acides gras, ce qui vient confirmer ce que j'ai annoncé que les graisses se saponifient dans le sang. Il est à remarquer que, d'après leurs expériences mêmes, la saponification est quatre fois plus forte dans le sérum que dans le sang, bien que dans leurs conclusions ils annoncent le contraire.

» Ils n'ont pu déceler, il est vrai, la glycérine dans le sang et ils invoquent ce fait comme un argument contre la saponification. Or, la quantité de $0^{g},47$ d'acides gras qui s'est formée pendant leur expérience correspond à $0^{g},051$ de glycérine seulement. Il est malheureux qu'ils aient négligé de faire connaître la méthode qui permet de retrouver avec certitude, dans un litre de sang, cette quantité de glycérine, et même une quantité beaucoup plus grande.

» Enfin, MM. Doyon et Morel ont établi que, dans le cas du sang, le dédoublement des éthers n'a pas lieu dans le vide; or j'ai montré que les réducteurs détruisaient la lipase. Il n'y a donc rien de surprenant à ce que, dans un milieu réducteur comme est le sang privé d'oxygène, la lipase ne puisse agir.

» En résumé, comme on le voit, les expériences de MM. Doyon et Morel ne fournissent aucun argument contre celles qui m'ont permis d'établir l'existence de la lipase. Bien plus, elles les confirment en montrant que 12 pour 100 des graisses du sang, 42 pour 100 des graisses du sérum sont dédoublées ainsi que je l'avais annoncé.

» Quant à la non-saponification des huiles surajoutées, non-saponification qui est réelle, j'espère pouvoir établir prochainement quelle en est la véritable cause. »

BOTANIQUE. — *Sur le caryophysème des Eugléniens*. Note de M. P.-A. **Dangeard**, présentée par M. Guignard.

« Nous avons observé, dans le cours de nos « Recherches sur les Eugléniens » ([1]), une épidémie qui s'est développée avec une grande intensité sur l'*Euglena deses*. Dans cette maladie, le noyau subit une hypertrophie considérable: son volume atteint les deux tiers du volume total de la cellule.

» Ce n'est pas sans difficulté que nous avons réussi à déterminer la cause de cette altération: les individus attaqués perdent leurs chloroleucites; ils deviennent incolores, leur cytoplasme renferme de nombreux granules rougeâtres ayant l'aspect de résidus. La cellule continue ses mouvements pendant plusieurs semaines, mais elle ne se divise plus.

» Le noyau de l'*Euglena deses* est constitué normalement par une masse nucléaire, d'apparence homogène et allongée en forme de biscuit; au centre se trouve un nucléole unique ou fragmenté en plusieurs corpuscules distincts ; ce noyau occupe le centre de la cellule.

» Au début de la maladie, le nucléole est remplacé peu à peu par une vacuole à l'intérieur de laquelle on aperçoit des corpuscules dont il est impossible à ce moment de préciser la nature; plus tard, la masse nucléaire devient réticulée; la chromatine se trouve reléguée à la surface, en calottes minces irrégulières. Le noyau augmente alors de volume dans des proportions considérables; son intérieur est divisé en compartiments irréguliers, limités par des trabécules de substance chromatique.

» On constate, à l'aide de bonnes colorations, que ces compartiments sont occupés par une agglomération de corpuscules arrondis, serrés étroitement les uns contre les autres : le noyau est rempli par une zooglée qui n'est pas sans analogie avec celle de l'*Ascococcus Billrothii*.

» Nous proposons de désigner cette bactérie parasite du noyau des Eugléniens sous le nom de *Caryococcus hypertrophicus*.

» Ce parasite est intéressant à plusieurs points de vue que nous allons indiquer brièvement.

» En effet, on n'a pas jusqu'ici d'exemples de Bactéries vivant exclusi-

---

([1]) P.-A. Dangeard, *Le Botaniste*, 8e série, fascicules 2-6, juin 1902.

vement à l'intérieur du noyau cellulaire; peut-être trouvera-t-on des cas analogues dans les cellules des organismes supérieurs, maintenant que l'attention est sollicitée de ce côté.

» Le nombre des parasites nucléaires connus est excessivement restreint ; nous en avons signalé un précédemment chez les Amibes (¹); il appartient à la famille des Chytridinées.

» La découverte du *Caryococcus hypertrophicus* nous fournira un nouveau moyen d'étudier l'influence du noyau sur la vie de la cellule. Nous constaterons dès à présent que l'envahissement du noyau par le parasite n'entraîne pas la mort de la cellule; il supprime la nutrition holophytique par destruction des chloroleucites. Mais les grains de paramylon persistent; l'Euglène continue de se mouvoir, mais elle ne se divise plus. »

BOTANIQUE. — *Sur une action permanente qui tend à provoquer une tension négative dans les vaisseaux du bois.* Note de M. **H. Devaux**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait depuis longtemps que les vaisseaux ligneux contiennent souvent de l'air, et que cet air est plus ou moins déprimé, c'est-à-dire que sa pression est plus faible que celle de l'air libre. On attribue une grande importance à cette faible pression pour la circulation de la sève. Quant à la cause de cette dépression elle-même, on l'attribue, depuis von Höhnel, au *vide transpiratoire*. Les vaisseaux, d'abord plus ou moins remplis d'eau, perdent celle-ci par suite de la transpiration des feuilles, et cette eau ne serait pas remplacée par de l'air, parce que les parois des vaisseaux seraient sensiblement imperméables aux gaz.

» Cette assertion n'est qu'approximativement exacte; en réalité, les parois sont perméables; l'air peut entrer, quoique lentement (²); la dépression d'origine transpiratoire ne peut donc se maintenir, et l'air gazeux que l'on trouve dans les vaisseaux provient de cette pénétration continuelle.

(¹) P.-A. Dangeard, *Mémoire sur les parasites du noyau et du protoplasma* (*Le Botaniste*, 4ᵉ série, p. 199).

(²) Voir Devaux, *Échanges gazeux des tiges ligneuses* (*Procès-verbaux de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 3 mars 1898).

» La dépression transpiratoire est donc un phénomène *toujours momentané*, et, si une autre cause n'intervenait pas, on observerait tantôt une dépression, tantôt une compression vasculaire, en toutes saisons; la dépression ne se maintiendrait pas durant de longues périodes, comme ceci a lieu en réalité avec de simples oscillations.

» Cette difficulté n'avait pas échappé aux auteurs qui ont étudié ces phénomènes; Boehm dans ses Mémoires, Pfeffer dans son *Traité de Physiologie* (1) y font allusion. Il faut qu'il existe quelque part une cause active constante qui rétablisse toujours la dépression, au moins en partie. Cette cause existe en effet; la Note actuelle a pour but de le démontrer.

» Tout d'abord il est facile de constater *qu'une dépression s'établit dans les vaisseaux même en l'absence de toute transpiration sensible*.

» Des fragments de tige dépourvus de feuilles et maintenus en atmosphère humide la montrent manifestement. Je l'ai observée, par exemple, en mars, sur la Vigne, le Prunier, le Noisetier, le Chataignier, l'Ormeau, le Robinia.

» De plus, si l'on fait l'analyse de l'air contenu dans les vaisseaux, on voit que la dépression est due *uniquement* au manque d'oxygène. Le gaz carbonique y a naturellement une pression sensible, supérieure à la pression insignifiante qu'il possède dans l'air libre. Quant à l'azote, il possède une pression propre (calculée en tenant compte de la dépression totale) égale ou un peu supérieure à la pression qu'il possède dans l'air atmosphérique.

» Pour un sarment de Vigne, par exemple, étudié en mars 1899, et maintenu au laboratoire, l'atmosphère des vaisseaux avait la composition suivante :

CO^2	2,88
O	9,38
Az	87,74

» La pression totale était de 53mm plus basse que la pression atmosphérique; elle avait donc comme valeur $\frac{760-53}{760} = 0^{atm},92$, et chaque gaz avait comme pression propre, en centièmes d'atmosphère :

CO^2	2,65
O	8,63
Az	80,72
	92,00

(1) PFEFFER, *Pflanzenphysiologie*, erster Band, p. 185. Leipzig; 1897.

tandis que, au même moment, l'air du laboratoire analysé avait comme composition :

CO^2	0,16
O	20,26
Az	79,58
	100,00

proportions qui représentent aussi les pressions partielles en centièmes d'atmosphère.

» Ces chiffres montrent que la dépression observée est due exclusivement à l'oxygène. Or, la portion de ce gaz qui manque a été prise par la respiration. Mais celle-ci a dû produire un volume presque équivalent de CO^2, les $\frac{8}{10}$ d'après mes déterminations du coefficient respiratoire $\frac{CO^2}{O}$. Si ce CO^2 n'atteint pas cependant une pression plus forte, c'est sans doute parce qu'il sort plus facilement que l'oxygène ne rentre. J'ai en effet montré, dans un autre travail, que c'est bien ce qui a lieu, les échanges gazeux à travers les parois des vaisseaux sont *osmotiques*, et le gaz carbonique passe bien plus facilement que l'oxygène.

» S'il en est ainsi, la dépression observée est due indirectement à la respiration. Les cellules vivantes intra-vasculaires transforment sans cesse l'oxygène peu diffusible en CO^2 très diffusible. *Pour qu'un régime permanent s'établisse*, permettant l'entrée de 10^{vol} d'oxygène contre la sortie de 8^{vol} de CO^2, *il faut alors nécessairement que la pression propre de l'oxygène baisse beaucoup plus que la pression propre de* CO^2 *ne monte. Telle est la vraie cause de la dépression observée.*

» On peut avoir une preuve directe de la vérité de cette explication en faisant varier l'intensité de la respiration, au moyen de la température; on observe alors que la dépression intra-vasculaire varie dans le même sens que l'intensité de la respiration : faible quand la respiration est faible, elle devient notable quand la respiration devient forte. On observe en même temps que l'atmosphère des vaisseaux acquiert une composition correspondante comme le montre le Tableau suivant, établi pour un sarment de Vigne (sans feuilles).

Atmosphère interne des vaisseaux.		Température. 5° à 10°.	17° à 18°.	35°.
Pressions partielles en centièmes d'atmosphère.	CO^2	1,30	2,65	8,37
	O	14,50	8,63	0,20
	Az	79,50	80,72	80,65
Pression totale		95,30	92,00	89,22

» Bien entendu les précautions nécessaires avaient été prises pour éviter toute transpiration sensible.

» On voit que la pression totale de l'air contenu dans les vaisseaux : 1° *Se maintient constamment plus basse que la pression atmosphérique;* 2° *Qu'elle est d'autant plus basse que la température est plus élevée;* 3° *Que cette dépression est certainement due à la respiration, l'oxygène surtout marquant une dépression très forte, très incomplètement compensée par le* CO^2 *produit. Quant à l'azote, il conserve sa pression propre à* $\frac{1}{100}$ *près.*

» La dépression de l'air contenu dans les vaisseaux reconnaît donc une autre cause que le *vide transpiratoire :* il existe aussi une *dépression d'origine respiratoire*, cause d'action plus faible que la première, comme intensité, mais qui, en revanche, agit sans cesse et toujours dans le même sens, ce que ne peut faire la transpiration. »

PÉTROGRAPHIE. — *Les roches volcaniques de la Martinique.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Michel Lévy.

« J'ai fait voir, dans une Note précédente, que les roches volcaniques de la Martinique antérieures à l'éruption actuelle peuvent être divisées *au point de vue minéralogique* en quatre groupes : 1° *dacites*, renfermant des phénocristaux de quartz, d'hypersthène, de hornblende, de biotite et de labrador; 2° *andésites à hypersthène*, riches en phénocristaux de plagioclases (andésites et labradors) et d'hypersthènes, avec, parfois, un peu d'augite et de hornblende; 3° *labradorites à hypersthène*, contenant des phénocristaux plagioclases (au moins aussi basiques que les labradors comme moyenne), d'hypersthène et d'augite, avec, parfois, de la hornblende et, presque toujours, des microlites d'hypersthène; 4° *labradorites augitiques* à facies basaltique.

» Au moment de partir pour la mission que l'Académie a bien voulu me confier, il m'a paru utile de compléter ces données minéralogiques par une première approximation de la composition chimique de ces roches. J'ai choisi, parmi les quatre types précités, l'échantillon qui m'a paru en représenter la composition moyenne, et j'ai prié M. Pisani de vouloir bien en faire l'analyse; les résultats sont donnés ci-après, en même temps que la composition des cendres des éruptions de 1851 et de 1902.

» *a*. Dacite du pic de Carbet.

» *b*. Cendre des 2-3 mai 1902 (Montagne Pelée).

» *c*. Cendre et lapillis de l'éruption de 1851.

» *d*. Coulées formant de hautes falaises dans la partie occidentale de la Montagne Pelée (pierre à bâtir de la ville de Saint-Pierre) : andésite à hypersthène à pâte poreuse.

» *e*. Andésite à hypersthène, avec un peu d'augite, à pâte compacte brune (bloc dans la brèche andésitique au-dessus de Carbet).

» *f*. Labradorite à hypersthène à facies doléritique.

» *g*. Labradorite augitique à facies basaltique. Fort-de-France.

	a.	*b*.	*c*.	*d*.	*e*.	*f*.	*g*.
SiO^2	60,12	59,40	60,15	60,25	60,22	58,10	53,21
TiO^2	0,52	0,30	0,39	0,37	0,52	0,64	1,69
Al^2O^3	20,90	18,51	18,31	20,30	19,50	20,11	18,81
Fe^2O^3	2,53	0,77	2,79	1,35	1,38	3,37	5,15
FeO	3,94	4,59	3,33	4,72	4,15	4,20	6,45
MgO	2,60	2,45	2,88	3,34	3,25	3,37	4,54
CaO	5,12	6,97	5,75	6,05	7,52	6,89	5,85
Na^2O	2,96	3,77	3,11	3,40	3,10	2,33	2,46
K^2O	1,11	0,86	1,61	0,98	1,55	1,37	1,08
Perte au feu...	1,25	3,12	3,00	0,62	0,75	0,87	0,50
	101,05	100,73	101,32	101,38	101,94	101,25	99,84

» Je discuterai ultérieurement ces diverses analyses quand j'aurai recueilli de plus nombreux matériaux d'étude. Je ferai remarquer seulement combien sont peu étendues les variations de composition chimique entre tes termes extrêmes de cette série pétrographique qui ne renferme ni roches très acides, ni roches très basiques. Les cendres des éruptions de 1902 et de 1851 sont sensiblement identiques aux matériaux andésitiques plus anciens; et les produits rejetés par la Montagne Pelée n'ont guère varié dans le temps; toutes ces roches ont d'ailleurs la même composition minéralogique.

» Il n'en est plus de même pour la dacite dont l'analyse est donnée en *a* : cette roche renfermant du quartz bipyramidé ne diffère guère, au point de vue chimique, des andésites dépourvues de quartz. La différence de structure existant entre ces dacites et ces andésites fournit probablement la clef de ces différences minéralogiques. Tandis que les andésites ont la structure des roches d'épanchement rapidement consolidées et qu'elles sont toutes riches en verre acide, les dacites, au contraire, sont holocristallines et microgrenues; elles offrent l'analogie la plus grande avec les roches constituant les laccolites des monts Henry et avec l'estérellite de

Saint-Raphaël [1] qui, d'après les récents travaux de M. Michel Lévy, forme un véritable laccolite. On peut donc s'attendre à voir les dacites du pic de Carbet se présenter dans des conditions analogues, ayant permis la production de quartz libre.

» Quant aux différences de composition chimique existant entre les deux types de labradorites et les andésites, elles sont telles que le faisait prévoir leur composition minéralogique. »

SÉROTHÉRAPIE. — *Production d'un sérum polyvalent préventif et curatif contre les pasteurelloses.* Note de MM. **Lignières** et **Spitz**, présentée par M. E. Roux.

« Dès 1897 l'un de nous affirmait la possibilité d'obtenir des sérums spécifiques contre les pasteurelloses.

» Les recherches que nous avons poursuivies depuis lors nous ont conduits aux conclusions suivantes :

» 1° Chaque pasteurellose peut être combattue efficacement par un sérum spécifique *monovalent*.

» Cette constatation n'est pas nouvelle; elle a déjà été faite pour le *choléra des poules* par Kitt et par Leclainche; pour la *schweine seuche* par Kitt et Mayr, par de Schweinitz et par Leclainche; nous avons étendu le principe à toutes les pasteurelloses (équine, bovine, ovine, porcine, canine et aviaire); mais il semble que jusqu'à présent aucun des sérums obtenus ne s'est montré suffisamment actif pour être appliqué dans la pratique.

» 2° Chaque sérum *monovalent* exerce une action nettement préventive et curative sur toutes les pasteurelloses; mais cette action est toujours beaucoup plus accusée à l'égard de la *pasteurella* utilisée pour la production du sérum.

» 3° Si l'on met à profit ces constatations qui montrent bien l'étroite parenté des diverses *pasteurella* et l'adaptation de chacune d'elles à une espèce animale déterminée, il est possible d'obtenir un sérum *polyvalent* applicable au traitement préventif et curatif de toutes les pasteurelloses.

» *Préparation du sérum.* — Même chez le cheval, qui est l'animal de choix, il est

[1] Cette analogie se poursuit dans la comparaison avec les analyses de l'estérellite (voir *Bull. Carte géol.*, t. IX, n° 57, 1897).

toujours difficile d'obtenir un sérum très actif; le cheval est très sensible à l'action des pasteurella; au cours de l'immunisation, nombre de sujets succombent, soit à l'infection, soit à l'immunisation.

» On ne sait pas encore préparer des toxines pasteurelliques suffisamment actives; il fallait donc renoncer à obtenir un sérum antitoxique et se borner à préparer un sérum anti-infectieux. Voici comment nous y sommes parvenus :

» 1° *Produits immunisants.* — Les injections répétées de cultures chauffées à 55°, ou traitées par le chloroforme, ne donnent que des sérums peu actifs, inefficaces dans la pratique. Les injections de cultures très virulentes déterminent fréquemment des accidents graves, parfois mortels, même chez des animaux depuis longtemps en cours d'immunisation. Pour éviter ces accidents, nous employons uniquement des cultures mixtes en bouillon peptone, obtenues par un ensemencement de six pasteurella (équine, bovine, ovine, porcine, canine et aviaire) entretenues depuis plusieurs années au laboratoire et dont la virulence s'est légèrement atténuée par plus de 500 passages sur gélose.

» 2° *Technique de l'immunisation.* — Les doses massives de virus peuvent causer des accidents graves, même chez les chevaux que l'on croyait le plus solidement immunisés; il est bien préférable d'inoculer de petites doses, 5^{cm^3} à 20^{cm^3} au plus, et de répéter fréquemment les inoculations à quelques jours d'intervalle; les premières injections sont faites sous la peau; dès que l'animal possède un certain degré d'accoutumance, on peut injecter dans les veines.

» A chaque inoculation, le cheval éprouve une vive réaction : hyperthermie, sudation abondante, diarrhée profuse, accélération de la respiration et du pouls; parfois, on observe de la dyspnée et un état typhique plus ou moins intense; plusieurs fois nous avons vu survenir, dans les 24 heures, de la fourbure des membres antérieurs; mais ces troubles sont ordinairement passagers et, après 2 ou 3 jours, tout est revenu à l'état normal.

» *Action du sérum polyvalent.* — Le sérum est à la fois préventif et curatif; l'expérience a prouvé son efficacité contre les diverses pasteurelloses, et notamment contre celles du cheval et du chien.

» Dans les formes graves de l'infection typhique, si l'on intervient au début, alors que la température est à 40°,5, 41° et plus, il suffit de faire une injection intraveineuse de 40^{cm^3} à 60^{cm^3} de sérum pour juguler l'infection; la fièvre tombe, la prostration disparaît, la guérison survient en quelques jours.

» Dans les formes subaiguës, où la fièvre est peu accusée (39° à 39°,5), le sérum provoque au contraire une hyperthermie notable, mais très passagère; en 10 à 12 heures la température est retombée aux environs de la normale et s'y maintient.

» L'injection intraveineuse de sérum est encore le traitement de choix de la pneumonie infectieuse du cheval; si l'on intervient hâtivement, 24 ou 36 heures après le début, il suffit le plus souvent d'une seule injection pour juguler l'infection. Les chevaux de la même écurie qui sont soumis au traitement ordinaire prennent une pneumonie grave, souvent mortelle. Si la pneumonie est à la période d'état, le sérum, encore utile, est beaucoup moins efficace, en raison des infections secondaires (streptococcie gourmeuse) qui ont envahi le poumon.

» Dans le cas de fourbure aiguë accusant le début de l'infection typhique, l'injection

intraveineuse de sérum est encore le traitement de choix : les phénomènes locaux disparaissent rapidement sans laisser de trace, et la température tombe presque aussitôt.

» Les injections de sérum polyvalent, intraveineuses (5^{cm^3} à 10^{cm^3}) ou sous-cutanées (15^{cm^3} à 30^{cm^3}), donnent les mêmes résultats excellents dans le traitement de la pasteurellose canine, même quand elle est localisée au poumon; mais seulement à la condition d'intervenir hâtivement; le sérum est sans action contre les infections secondaires si fréquentes et si graves chez le chien pneumonique. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la recherche et la présence de la présure dans les végétaux*. Note de M. **Maurice Javillier**, présentée par M. Roux.

« On connaît depuis fort longtemps la propriété que possèdent certains sucs végétaux de coaguler le lait. Il y avait donc lieu de penser que ces sucs renferment un ferment analogue ou identique au ferment *lab* de l'estomac des Mammifères en lactation. La recherche systématique du ferment a été réalisée par un grand nombre d'expérimentateurs [1]. Ils l'ont trouvé dans une vingtaine d'espèces végétales, dans les feuilles, les fruits ou les graines. Mais il est curieux d'observer qu'aucune expérience n'ait été tentée avec le souci d'éviter rigoureusement l'intervention des microorganismes. Le nombre des microbes susceptibles de coaguler le lait est extrêmement considérable, et il ne semble pas qu'aucun des expérimentateurs ait songé à stériliser le lait destiné aux essais; d'autre part, les sucs végétaux, aussi facilement fermentescibles que le lait lui-même, apportent avec eux nombre de germes, et il est également de toute nécessité de les en priver.

» J'ai donc repris ces essais en opérant dans des conditions rigoureuses d'asepsie. J'ai choisi comme sujet d'expérience l'ivraie, dont l'étude n'a pas été faite au point de vue qui m'occupe ici, et dont la richesse en pectase et en laccase est connue depuis les travaux de M. G. Bertrand.

» La plante, récoltée en avril, est broyée, puis exprimée fortement pour en extraire le suc; celui-ci est aussitôt saturé de chloroforme; on l'abandonne à lui-même pendant 24 heures dans un flacon bouché et à l'obscurité. Il se fait un coagulum abondant; on filtre au papier, puis à la bougie poreuse.

---

[1] Baginski, *Z. f. physiol. Ch.*, t. VII, 1883, p. 209. — Léa, *Proc. Roy. Soc.*, t. XXXVI, 1883, p. 55. — Green, *Proc. Roy. Soc.*, t. XLVIII, 1890, p. 391. — Peters, *Untersuch. üb. das Lab.* Dissert. Rostock, 1894, etc.

» On prépare des tubes renfermant chacun 10^{cm^3} de lait; on les stérilise par quatre chauffages successifs à 24 heures d'intervalle, dans la vapeur d'eau à 100°, le temps de chauffe étant à chaque fois de 20 minutes. On s'est assuré que ces tubes exposés à l'étuve ne donnent pas de coagulation, même après plusieurs semaines.

» On additionne, au moyen d'une pipette stérile, un tube de lait A de 50 gouttes de suc. Un deuxième tube B reçoit 50 gouttes de ce même suc qu'on a maintenu 15 minutes au bain-marie bouillant. On expose à l'étuve à 38°. 3 heures 30 minutes après, le tube A est coagulé; B n'a jamais présenté trace de coagulum.

» Le suc d'ivraie renferme donc une présure.

» Cette présure chauffée en tube scellé à 40° et 45° ne perd rien de son activité; à 50° elle est nettement affaiblie; entre 50° et 60° son activité décroît très vite; chauffée à 70° elle n'amène une coagulation (dans des conditions expérimentales identiques à celles que j'ai décrites) qu'au bout de 3 semaines. La diastase chauffée à 75° n'a jamais donné de coagulum.

» J'ai déterminé la température optima d'action de cette présure végétale : pour un suc, préparé en avril, et dont la légère acidité naturelle n'a pas été saturée, je l'ai trouvée voisine de 45°. A de basses températures (expériences faites à 0°, 11° et 16°) la présure de l'ivraie n'agit pas; du moins les modifications qu'elle fait subir à la caséine ne se manifestent pas par l'apparition d'un coagulum.

» La présure est très sensible à la dilution, qui en diminue la force dans de larges proportions. Elle agit bien en milieu neutre, mieux encore en milieu légèrement acide; par contre les alcalis contrarient grandement son action.

» Les sels de chaux favorisent, les oxalates retardent ou arrêtent complètement la coagulation du lait par cette présure. Elle est précipitable par l'alcool, et l'on peut, par ce moyen, obtenir une poudre douée d'un pouvoir fermentaire énergique.

» En somme, tous les caractères de la présure de l'ivraie permettent de l'identifier avec le ferment *lab* des animaux.

» La présure est extrêmement répandue chez les végétaux; je l'ai déjà rencontrée dans les espèces suivantes :

» *Anthriscus vulgaris* Pers. (tiges et feuilles). *Plantago lanceolata* L. (feuilles). *Capsella Bursa pastoris* Mœnch. (plante entière). *Geranium molle* L. (feuilles). *Ranunculus bulbosus* L. (feuilles). *Medicago lapulina* L. (feuilles). *Lamium hybridum* Vill. *Lamium amplexicaule* L. (plantes entières). *Philadelphus coronarius* (feuilles et pétales des fleurs). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur une différence qualitative entre les effets excito-moteurs des courants induits de fermeture et d'ouverture.* Note de Mlle **I. Ioteyko**, présentée par M. Marey.

« Il est admis que deux causes se réunissent pour diminuer l'effet excito-moteur de l'onde faradique de fermeture par rapport à l'ouverture : c'est d'abord l'*intensité*, qui a une valeur plus faible pour la fermeture, et ensuite la *lenteur* de la variation de cette intensité. Tiegel avait assimilé les effets moteurs des courants de fermeture et d'ouverture à ceux des courants sous-maximaux et maximaux; il n'existerait pour lui qu'une différence quantitative entre les effets des deux ondes.

» Or, de l'étude présente se dégage la possibilité de séparer ce qui, dans l'effet mécanique des deux ondes, est dû à une différence d'intensité du courant, et ce qui est dû à la différence de rapidité dans la variation du potentiel, en rapport avec les éléments de la constitution physique des deux courants. Il existe, entre les effets excito-moteurs des deux ondes, une différence *qualitative* à côté d'une différence *quantitative*. Il m'a été possible de démontrer ces faits, grâce à l'examen de plusieurs centaines de préparations névro-musculaires de grenouilles : 1° *à l'état frais;* 2° *à l'état de fatigue;* 3° *dans l'anesthésie locale.*

» *État frais.* — En poursuivant l'effet de la clôture et de la rupture faradiques aux diverses intensités de courant, on constate, il est vrai, que très souvent la différence entre l'effet mécanique des deux ondes, très marquée à des intensités moyennes (toujours au préjudice de la clôture), disparaît à des intensités hyper-maximales. Néanmoins, il existe deux exceptions à cette règle générale :

» *a.* Dans des cas assez nombreux, les effets des deux ondes ne s'égalisent jamais et l'écart reste toujours sensible, malgré l'emploi des courants plus que maximaux. La différence entre l'effet physiologique des deux ondes peut donc être *absolue,* et il est impossible de la ramener uniquement à une différence d'intensité, car lorsqu'il s'agit d'intensité on peut toujours produire la contraction maximale en augmentant la force du courant.

» *b.* Dans d'autres cas, la différence entre l'effet physiologique des deux ondes peut être *nulle* au point de vue mécanique, car la contraction possède la même amplitude pour les deux ondes et s'accroît également avec l'intensité du courant.

» Les courants faradiques de fermeture et d'ouverture ne peuvent donc être assimilés à des courants sous-maximaux et maximaux. La différence entre les deux ondes est quelquefois indépendante de leur intensité, et il faut admettre forcément qu'elle

est sous la dépendance de la rapidité de la variation du potentiel électrique. Ajoutons que la différence dite *absolue* a été principalement observée chez les grenouilles émaciées après une longue inanition et, en général, chez les individus faibles.

» *État de fatigue.* — L'effet de la fatigue est toujours identique et indépendant du cas considéré. *Sous l'influence de la fatigue, l'effet moteur des ondes de clôture est plus fortement diminué que l'effet moteur des ondes induites de rupture, même dans les cas où, au début, la différence paraissait nulle.* En alternant les chocs de clôture avec les chocs de rupture (chariot de Dubois-Reymond à clef fermée et interrupteur à mercure), on voit que la courbe de la clôture est plus fortement influencée par la fatigue que la courbe de la rupture. Elles forment deux lignes non parallèles dont la divergence ne fait que s'accentuer avec le cours de la fatigue.

» La différence qualitative peut être ramenée à une question de rapidité de la variation du potentiel électrique. *Dans la fatigue, les courants à variation de potentiel moins brusque* (fermeture) *tendent à devenir inefficaces beaucoup plus vite que les courants à variation de potentiel plus brusque* (entre certaines limites). Cette constatation nous permet de faire intervenir un nouveau facteur dans la définition de la fatigue en disant : *la perte d'excitabilité, survenant dans la fatigue, se caractérise non seulement par la nécessité d'employer des courants de plus en plus intenses pour produire le même effet qu'au début, mais aussi par la nécessité d'employer des courants à variation de potentiel plus brusque.*

» *Anesthésie locale.* — Cette perte de la sensibilité aux variations lentes de potentiel n'est pas due exclusivement à la fatigue, mais peut être rattachée à une diminution d'excitabilité dans le sens le plus large, ainsi que le prouvent les faits constatés chez les grenouilles non fatiguées, mais émaciées, et aussi les faits constatés dans l'anesthésie locale du nerf. Un point du nerf étant éthérisé ou chloroformé, et les électrodes étant placées plus haut que ce point, on observe que, sous l'influence de la narcose, apparaissent des différences très caractéristiques entre la manière dont se comporte la secousse à la clôture et à l'ouverture. *La secousse de clôture peut diminuer de hauteur et même disparaître complètement avant que celle de rupture ait subi la moindre diminution.* Si la clôture devient si rapidement inefficace, ce n'est pas que son intensité soit descendue au-dessous du seuil de l'excitabilité (la rupture, qui peut servir de témoin, n'a pas encore varié), mais c'est parce que la rapidité de sa variation de potentiel est descendue au-dessous du seuil de l'excitabilité.

» Il semblerait donc que le premier stade de paralysie (perte de l'excitabilité par fatigue ou anesthésie) soit dû, non à l'impossibilité de réagir à la même force de l'excitant, mais à l'impossibilité de réagir à une variation trop lente. La perte d'excitabilité est caractérisée par un état d'inertie qui exige, pour être vaincu, l'emploi d'ondes plus brusques (entre certaines limites) et plus intenses. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Emploi de levures de cannes à sucre, pour la fermentation des cidres.* Note de M. Henri Alliot.

« Depuis longtemps les différents spécialistes qui se sont occupés de la levuration des moûts de pommes ont recherché, parmi les ferments, ceux qui donnent des cidres joignant à un parfum agréable une saveur sucrée, tout en présentant une belle limpidité. On est arrivé, dans une certaine mesure, à obtenir ces résultats au moyen des levures sélectionnées de pommes de grands crus; mais ces levures, très vigoureuses, amènent facilement la fermentation complète du cidre, qui perd sa douceur. On avait pensé qu'on éviterait cet inconvénient en employant les races de *saccharomyces apiculatus* que l'on rencontre jointes au *saccharomyces mali* sur les pommes à cidre. Mais ces levures apiculées sont, en général, par trop lentes à travailler et n'ont pu entrer dans la pratique d'une façon constante.

» Ayant eu à m'occuper de la question de fermentation des vesous et mélasses pour rhums, et ayant sélectionné (par les méthodes connues dans les laboratoires de Microbiologie) des levures de cannes (provenant de cannes à sucre envoyées de la Réunion), j'ai pensé que ces ferments (avec lesquels j'avais préparé, au moyen de sucre ordinaire, qui se transforme assez lentement, des eaux-de-vie finement bouquetées), habitués à fermenter à de hautes températures, donneraient sous notre climat un désucrage relativement lent et qui pourrait être en partie compensé par une sélection des races les plus vigoureuses.

» Partant de cette idée, j'ai donc sélectionné, pour l'appliquer à la fermentation des moûts de pommes, une race de levure de cannes dont je me propose de poursuivre l'étude scientifique.

» J'ai entrepris une série d'expériences comparatives avec d'autres levures :

» Une très vigoureuse, provenant de pommes de la vallée d'Auge;

» Une de vin très appréciée pour la préparation des cidres mousseux (cru de Verzenay-Champagne);

» Une autre d'une grande activité et que je signale à l'attention du public; elle a été prise sur des fleurs d'oranger envoyées du Midi.

» Ma première expérience a porté sur un moût de pommes ayant les principales caractéristiques suivantes :

Densité		1055
Sucre	réducteur	98,68
	total, exprimé en réducteur	105,50
Acidité en SO^4H^2		1,5

» Nous avons préparé quatre flacons, contenant chacun 6¹ du moût en question. Ils ont été ensemencés séparément avec les diverses levures indiquées et ont été maintenus à la température de 18° environ.

» Le densimètre est, on le sait, le guide par excellence du praticien cidrier. C'est à cet instrument que je me suis adressé pour suivre cette première opération.

Noms des levures ensemencées le 13 novembre.	Densité du jus.		
	25 novembre.	4 décembre.	17 décembre.
Levure pommes de la vallée d'Auge..	1023	1015	1011
» de fleurs d'oranger.........	1024	1018	1014
» Verzenay-Champagne.......	1034	1020	1017
» de cannes à sucre..........	1043	1036	1025

» Il ressort de cette expérience, confirmée par d'autres essais, que la levure de cannes considérée est un *saccharomyces* à faible atténuation, pouvant parfaitement convenir à la préparation des cidres doux, car la dégustation comparative a montré que le cidre ainsi obtenu ne le cédait en rien aux cidres faits avec les autres levures sélectionnées. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le bouquet des vins obtenus par la fermentation des moûts de raisin stériles.* Note de M. A. **Rosenstiehl**, présentée par M. Roux.

« La question encore si controversée de l'influence des levures sur la formation du bouquet des vins a pu être étudiée méthodiquement, grâce à l'emploi des moûts stériles avec lesquels j'opère depuis 1895 à chaque vendange.

» Le plan de travail adopté, très simple, a consisté à faire agir sur un seul moût de raisin, partagé en plusieurs portions, les levures les plus diverses par leur origine; puis, dans une autre série, de faire agir une levure unique sur les cépages les plus divers.

» J'ai tenu à ne présenter ici que des résultats acquis depuis plus de deux ans, constatés par des experts d'une compétence indiscutable, sur des vins obtenus en grand, pendant la hâte des vendanges, présentés par leurs propriétaires eux-mêmes, et soignés par eux, sans aucune intervention de ma part.

» La première fois que le bouquet a été obtenu, c'est en 1897, dans la Crau, où l'on a mis à fermenter un moût de « Terrêt bourré » avec une levure de Pinot (Romanée).

Ce bouquet rappelait celui du Sauternes. Quatre autres levures de grands crus n'ont point donné de résultat.

» L'année suivante, la même expérience a été répétée dans le Beaujolais sur des raisins de Gamay (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1050). On avait employé six levures différentes sur autant de portions d'un même moût. Le Jury de dégustation (*Progrès agricole de l'Est*, 6 avril 1899) a reconnu que ces différentes levures ont développé le même bouquet, mais à des degrés d'intensité différents. D'où la conclusion que la nature du bouquet dépend du cépage, mais que son intensité dépend de la levure. Ce point important a été confirmé par les vendanges de 1899, mais avec une modification qui va être précisée ici et qui a besoin d'un nouveau contrôle expérimental.

» L'opération faite au château de Juliénas a porté sur 105000^{kg} de raisin de Gamay, dont le jus stérile a été divisé en deux lots : l'un a été ensemencé avec de la levure de Pinot (Romanée), l'autre avec une levure de Gamay (Moulin-à-Vent). En même temps, on a fait, jour par jour et opération par opération, des vins témoins. Ces vins ont été soignés par leurs propriétaires et les renseignements qui suivent sont puisés dans un rapport de dégustation, rédigé au nom d'une Commission qui s'est réunie, le 19 mars dernier, à Paris, dans les caves de M. Claude Blanc, leur possesseur actuel, dans le but de constater les qualités organoleptiques de ces vins [1] (*Moniteur vinicole*, 25, 29 avril, 1er mai 1902, et *Progrès agricole de l'Est*, 4 mai 1902).

» La comparaison des vins conservés en fûts avec ceux conservés en bouteilles a montré qu'il eût fallu déguster ces vins un an plus tôt; ils avaient atteint alors leur apogée.

» En bouteille le bouquet s'est conservé et augmenté, tandis qu'en fûts il a baissé, ainsi que cela a lieu d'ailleurs pour les bons crus du Beaujolais, depuis que le vignoble est reconstitué. Mais, malgré cela, les vins d'expérience ont conservé leur supériorité sur les témoins, et le rapport dit : « On rencontre dans ces vins nettement plus de » fraîcheur, plus de viscosité, un bouquet plus développé, une couleur plus franche. » L'ensemble donne un tout plus complet et plus plaisant. »

» J'ajoute que les témoins sont déjà de très bons vins, quoiqu'ils ne possèdent pas de bouquet proprement dit; ils sont caractérisés par un goût de terroir de bon aloi. Les experts ont donné la préférence au vin fermenté par la levure de Gamay sur celui fermenté par la levure de Pinot, et il est très instructif d'en indiquer la raison.

» Il faut se rappeler que les dégustateurs ne savaient pas quel traitement avaient subi ces vins, dont l'étiquette vraie était sous pli cacheté. Ils notaient séparément leur jugement.

---

(1) La Commission qui a donné son appréciation était composée, d'après les indications de M. Viala, inspecteur général de la Viticulture, de : M. Kester, président honoraire de la Chambre syndicale des Négociants en vins de Paris, membre de la Chambre de commerce; M. Blonde, président de la Chambre syndicale des Négociants en vins de Paris; M. Marguery, président du Syndicat de l'alimentation de Paris, membre de la Chambre de commerce; M. Claude Blanc, négociant, possesseur de ces vins; M. Sabot, négociant en vins, membre de la Chambre syndicale; M. Lachambeaudie, courtier-gourmet; M. Desmoulins, secrétaire-rapporteur de la Commission de dégustation.

» En parlant des vins d'expérience, l'un des experts écrit : « Ce bouquet m'a rap-» pelé celui des Pinots noirs fins, faits en blanc, et des Pinots des grands crus. » Un autre écrit : « Ce vin se rapproche trop des vins de la Haute-Bourgogne. »

» Or le vin présenté était un vin de Beaujolais. En alliant, dans un même vin, le corps d'un Beaujolais et le bouquet d'un vin de Haute-Bourgogne (le Romanée), on avait produit un hybride. Cette anomalie fournit une indication à retenir : La levure apporte quelque chose de son origine, conclusion que des expériences inédites, des vendanges de 1900 et 1901, semblent devoir confirmer. Ce résultat, qui paraît en désaccord avec le jugement des dégustateurs de 1898, s'explique par le fait que la différence entre les bouquets des deux lots de vins, celui provenant de la levure de Moulin-à-Vent et celui fait avec la levure de Romanée, ne porte que sur une nuance secondaire, appréciable pour les seuls connaisseurs. L'ensemble du bouquet est bien celui propre au Gamay, développé à un degré que l'on rencontre rarement dans les vins du pays. Car, en bouteille, il a paru si considérable qu'il a été trouvé « extraor-» dinaire, anormal même, non comme nature mais comme intensité ».

» Dans la même séance, les dégustateurs ont constaté que, par le chauffage, on peut obtenir avec du Gamay et du Pinot, dont les grains disparaissaient sous un épais duvet gris de moisissures, « des vins qui, sans posséder les grandes qualités des crus » et des levures d'où ils proviennent, sont bien colorés, ont bon bouquet, de la fi-» nesse et même une certaine élégance ».

» On peut donc conclure que les levures, mais non toutes les levures, ne se bornent pas à faire fermenter le sucre, mais elles agissent sur une substance, non encore isolée, autophore, contenue seulement dans les cépages nobles, sans doute différente pour chacun d'eux; cette substance existe aussi bien dans le raisin mûri dans les expositions peu favorisées que dans les expositions de choix, et elle résiste dans une certaine mesure à la moisissure.

» En conséquence, ce qui caractérise les climats de vigne des grands crus, c'est moins la qualité du raisin qu'on y récolte que celle de la levure qui y croît spontanément sur ces raisins. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de l'acide sulfureux sur l'oxydase et sur la matière colorante du vin rouge.* Note de M. A. **Bouffard**, présentée par M. Duclaux.

« L'action directe et destructive de l'acide sulfureux sur les propriétés de l'oxydase, ainsi que nous l'avons admise en 1897 [1], est aujourd'hui contestée par M. Laborde [2]. Ce dernier pense, au contraire, « que le

[1] *Comptes rendus*, 29 mars 1897.

[2] *Comptes rendus*, 24 mars 1902.

» contact seul de l'acide sulfureux et de l'oxydase dans les vins cassables » ne suffit pas pour détruire les propriétés de cette oxydase. . . ; l'acide » sulfureux n'est certainement pas l'agent actif contre l'oxydase, mais » incontestablement un agent protecteur de la matière colorante du vin » vis-à-vis des effets de la diastase oxydante ».

» Après un examen attentif des expériences que cet observateur cite à l'appui de sa théorie, nous ne pouvons considérer la nôtre comme infirmée. En effet, il aurait convenu, suivant nous, d'observer séparément les deux actions supposées de l'acide sulfureux : 1° l'action directe sur l'oxydase; 2° l'action protectrice sur la matière colorante.

» Pour résoudre la première partie de ce problème, nous avons cherché, en nous plaçant dans les mêmes conditions que M. Laborde, si, après traitement par l'acide sulfureux d'un vin rouge cassant, l'oxydase est encore active, c'est-à-dire capable de bleuir la solution alcoolique de gaïac, et de déterminer la casse d'un vin non cassant.

» Le vin rouge, sur lequel nous avons opéré, cassait nettement après 24 heures d'exposition avec tous les caractères de la casse oxydasique : jaunissement, précipitation rapide de la matière colorante, décoloration, etc. L'oxydase extraite par l'alcool d'un volume de ce liquide faisait casser avec la même intensité un volume quatre fois moindre d'un vin non cassant, qui était, soit le vin cassant lui-même rendu incassable par un chauffage à 90°, soit un vin d'Aramon non cassant naturellement.

» Des échantillons du vin cassant ont été additionnés d'acide sulfureux, aux doses de $0^g,025$ et $0^g,050$ par litre. Au bout de 2 jours de contact, puis après 20 jours, on a dosé l'acide sulfureux libre restant, par la méthode Paturel. Les résultats sont consignés dans le Tableau suivant :

Doses initiales totales par litre.	Acide sulfureux libre restant, par litre, après contact de 2 jours.	de 20 jours.
$0^g,025$	$0^g,015$	$0^g,0012$
$0^g,050$	$0^g,020$	$0^g,010$

» En même temps, l'oxydase, extraite par l'alcool et recueillie sur un filtre, était essayée au gaïac et inoculée aux vins non cassants. Dans aucun cas nous n'avons eu bleuissement du gaïac ou casse du vin ayant reçu l'oxydase des vins sulfités.

» Parallèlement, comme terme de comparaison et comme contrôle, nous provoquions la casse du vin non cassant par addition, dans les mêmes conditions et les mêmes proportions, d'oxydase du vin cassant non traité.

» Ces réactions nous conduisent à considérer l'oxydase comme directement atteinte par l'acide sulfureux, et privée définitivement par cet agent

de ses propriétés oxydantes. On ne peut dire que c'est la combinaison totale ou la disparition de l'acide sulfureux, ajouté initialement, et l'absence après contact prolongé d'acide sulfureux libre, qui rendent à nouveau le vin cassant. Dans le vin traité à $0^g,025$ par litre il n'y a plus eu casse, même après 20 jours, bien qu'à ce moment l'acide sulfureux libre n'y soit plus qu'à l'état de trace.

» En outre, nous nous sommes proposé de rechercher si un vin cassant, dont la matière colorante avait été rendue stable par l'acide sulfureux, et qui en renfermait encore les quantités libres indiquées précédemment, 0,01 et 0,0012, pouvait casser par apport d'oxydase étrangère et active.

» En opérant toujours de la même façon, le vin traité à 0,025, qui finalement ne contenait plus d'acide sulfureux libre et ne cassait plus, a cassé après inoculation. Le vin dosant encore $0^g,01$ d'acide sulfureux libre n'a pas cassé; cette quantité, à l'état de liberté, représentant ce qui reste de la proportion du début ($0^g,05$) après combinaison et équilibre chimique, a suffi pour détruire l'oxydase nouvelle.

» L'ensemble de ces observations montre bien que l'acide sulfureux agit directement sur l'oxydase et constitue, comme nous l'avions indiqué en 1894 ([1]), un remède préventif, efficace et durable contre la casse. L'insuccès, dans certains cas, ne peut être attribué qu'à l'emploi de doses trop faibles, qui dans le vin peuvent varier de $0^g,1$ à $0^g,01$ par litre. Si $0^g,05$ réussit le plus souvent, il convient néanmoins de faire des essais préalables.

» D'autre part, l'acide sulfureux est-il un agent protecteur de la matière colorante des vins rouges? L'affirmation ressort des expériences suivantes. On a aéré un vin cassant, rendu incassable par le chauffage, et le même vin chauffé, mais additionné d'acide sulfureux dans les proportions guérissant de la casse; le vin non sulfité, après plusieurs jours, a jauni sans se troubler sensiblement; le vin sulfité a conservé complètement ou conservé plus longtemps sa couleur rouge franc. Les mêmes phénomènes sont offerts par des vins d'Aramon ou de Carrignan non cassants.

» Ces faits sont donc conformes à ceux que Pasteur avait mis en lumière dans son étude sur les vins. L'oxydation, et partant le jaunissement de la matière colorante, est générale; aucun vin ne peut y échapper quand on l'expose à l'air : c'est le principal caractère du vieillissement.

» Dans les vins normaux, non cassants, l'oxydation est lente et, se faisant

---

([1]) *Comptes rendus*, 9 avril 1894.

peu à peu, n'a pas de conséquences désastreuses; c'est un phénomène purement chimique, où l'oxydase n'intervient pas.

» Chez les vins atteints de casse oxydasique, l'oxydation est brutale : c'est la précipitation rapide, presque immédiate, de la matière colorante, qui rend la casse redoutable au vigneron.

» En résumé, l'action de l'acide sulfureux, dans les cas que nous avons envisagés, peut être considérée comme double, bien que différente et concourant au même but, la conservation de la couleur du vin. On distinguera : premièrement, une action protectrice sur la couleur, par l'avidité de l'acide sulfureux pour l'oxygène de l'air, ou, peut-être, par une combinaison peu stable avec la couleur; deuxièmement, une action spécifique, directe et destructive sur les propriétés de la diastase oxydante, action encore mal connue, qui, en définitive, est la plus importante dans le traitement de la casse oxydasique des vins. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les phosphates du sol solubles à l'eau.* Note de M. Th. Schlœsing fils, présentée par M. Duclaux.

« Je demande la permission de résumer diverses expériences et conclusions concernant les phosphates solubles à l'eau contenus dans les sols.

» I. On a vu que la portion des phosphates des sols susceptible d'être dissoute par l'eau, en proportions infimes, tient une place importante dans l'alimentation des plantes. Dans les sols qui ne reçoivent pas d'engrais et qui, pourtant, fournissent des récoltes, cette portion soluble des phosphates, étant consommée par la végétation, s'épuiserait à la longue. Mais, dans une certaine mesure, elle peut s'entretenir naturellement. Une terre humide, tant par la vie de ses hôtes petits ou grands que par des actions purement physiques ou chimiques, est un milieu toujours en voie de changement. Sous le rapport de son approvisionnement en phosphates solubles, elle change, comme pour le reste, avec le temps, et d'ordinaire le changement doit se faire dans le sens d'une augmentation de l'approvisionnement, augmentation lente, mais fort appréciable.

» J'ai constitué, avec quatre terres bien différentes, des lots dont les uns ont été conservés à l'état sec et les autres exposés dehors, maintenus humides et sans végétation, durant 4 mois. Puis j'ai déterminé dans tous les lots, comme il a été dit déjà (*Comptes rendus*, 6 janvier 1902), l'acide phosphorique soluble à l'eau, ou du moins

une grande partie de cet acide, en traitant rigoureusement de même les deux lots de chaque terre, de manière qu'ils restassent parfaitement comparables. J'ai obtenu :

P^2O^5 *extrait par sept traitements à l'eau, pour* 1^{kg} *de terre.*

Terre.	Sèche.	Humide.	Différence.
	mg	mg	mg
Galande, pauvre en P^2O^5 soluble.....	10,0	11,2	1,2
Neauphle, moyennt riche en P^2O^5 sol.	36,9	40,4	3,5
Joinville, moyennt riche en P^2O^5 sol..	47,0	53,8	6,8
Boulogne, riche en P^2O^5 soluble.....	104,4	126,7	22,3

» Une différence sensible s'est donc produite entre les lots secs et humides. Si, comme il est tout à fait vraisemblable, les sols conservés secs sont restés dans un état invariable, il faut conclure que, dans les sols humides, les phosphates solubles à l'eau ont augmenté. Rapportée à l'année et à 3000000^{kg} de terre pour 1^{ha}, l'augmentation deviendrait de 11^{kg}, 31^{kg}, 61^{kg}, 200^{kg} de P^2O^5. Il y a là une source naturelle d'acide phosphorique soluble, qui peut contribuer efficacement à l'entretien de la végétation sans engrais.

» II. Dans les terres cultivées auxquelles on donne des engrais à doses convenables, l'approvisionnement en phosphates solubles à l'eau a son origine principale dans les engrais mêmes, bien plus que dans la production naturelle dont il vient d'être parlé, production généralement inférieure aux exigences de bonnes récoltes, et incapable à elle seule de conserver au sol, malgré leurs emprunts, un approvisionnement suffisant.

» On constate nettement le fait sur les chiffres suivants, obtenus avec de précieux échantillons de terre de Rothamsted, que sir Henry Gilbert avait bien voulu m'adresser. L'un de ces échantillons représente un sol cultivé en froment et ayant reçu de l'engrais (phosphorique et potassé) chaque année pendant plus de 40 ans; l'autre représente le même sol, soumis en même temps à la même culture, mais sans aucune addition d'engrais. De tels échantillons étaient éminemment propres à mettre en évidence l'influence cherchée de l'engrais, et cette influence est, comme on va voir, considérable :

P^2O^5 *extrait par sept traitements à l'eau, pour* 1^{kg} *de terre.*

Terre avec engrais..	109^{mg}
Terre sans engrais..	7^{mg}

» On peut noter, en passant, que la teneur en acide phosphorique total (déterminé après attaque à l'acide chlorhydrique bouillant) est à peu près, dans ces terres, respectivement de 1,9 et de 0,9 pour 1000. Ainsi, tandis que l'acide phosphorique total a diminué de moitié environ dans la terre sans engrais, sous l'effet de la culture, l'acide

phosphorique soluble à l'eau y a baissé bien davantage : nouvelle preuve de l'utilisation toute spéciale de ce dernier par la végétation.

» III. Il convient peut-être de préciser, autant qu'il est actuellement possible, ce qu'on doit entendre par ces phosphates du sol, *solubles à l'eau*, qui nous occupent. Ce sont des phosphates (auxquels il faut joindre sans doute une petite proportion d'autres substances phosphorées) qui donnent des dissolutions où il n'arrive guère qu'on dose plus de 3^{mg} de P^2O^5 par litre, quand elles sont riches, et où l'on en trouve très souvent beaucoup moins. On les extrait du sol, en partie, par l'action répétée de l'eau. On ne parvient pas à les enlever entièrement, même en y employant l'eau en quantité énorme, à raison de 100^l pour 100^g de terre, par exemple. Je montrerai, d'ailleurs, qu'on peut faire, en vue de cette extraction, un meilleur usage de l'eau que je ne l'ai fait d'abord, en recourant, non plus à l'agitation en flacons, mais à l'épuisement continu par déplacement.

» Les expressions d'*acide phosphorique* et de *phosphates solubles à l'eau* sont appliquées communément à des engrais qui, traités par l'eau, fournissent des solutions d'une teneur relativement très élevée en acide phosphorique. Évaluée avec la même échelle de grandeur, la solubilité à l'eau des phosphates existant dans le sol est ordinairement insignifiante et tenue volontiers pour nulle.

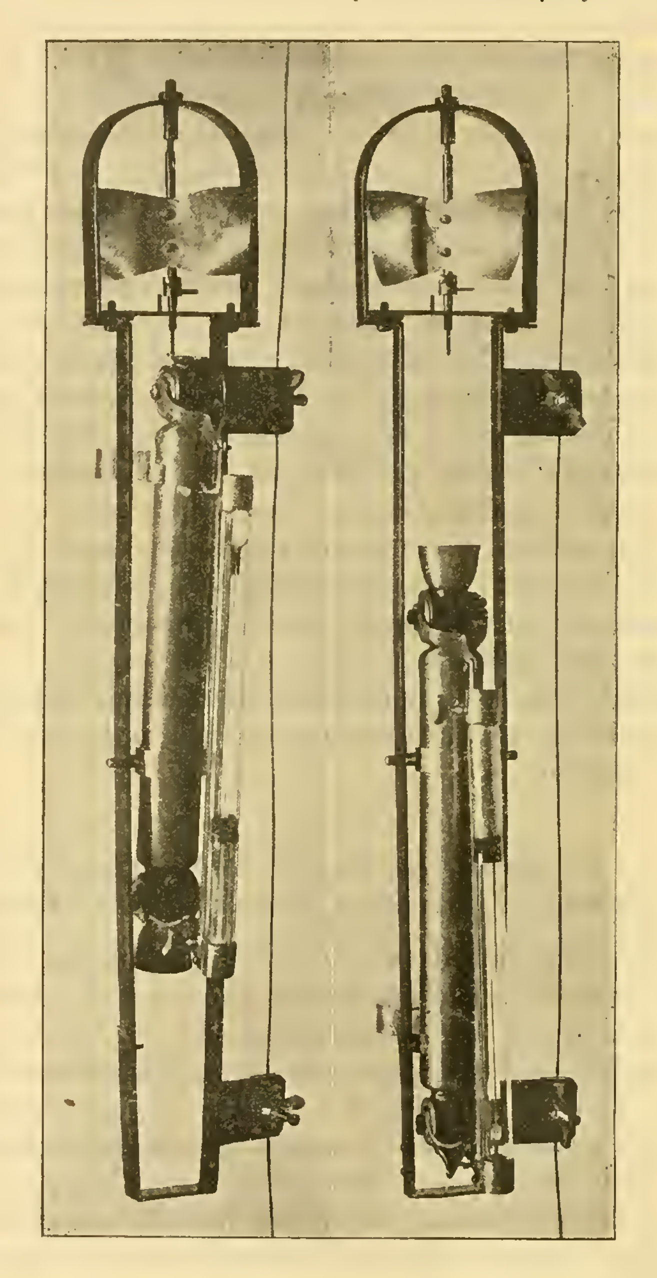
» Les recherches que je poursuis portent précisément sur ces phosphates de minime solubilité et concourent toutes à montrer le grand parti qu'en peut tirer la végétation. »

HYDROLOGIE. — *Sur une nouvelle bouteille destinée à recueillir l'eau de mer à des profondeurs quelconques.* Note de M. **Jules Richard**.

« La détermination de la densité des différentes couches d'eau de mer, sur une même verticale, est un des éléments principaux de l'Océanographie, puisqu'elle est la base de la circulation océanique profonde. Jusqu'à présent, les bouteilles employées pour recueillir les échantillons d'eau étaient volumineuses, lourdes, d'un prix élevé, à parois épaisses pour résister à la pression des gaz qu'on supposait dissous en grande quantité dans la profondeur, et mis en liberté par la décompression. On s'est assuré depuis que cette quantité des gaz dissous est indépendante de la pression, et j'en ai donné ici même (¹) la démonstration expérimentale, sur de l'eau recueillie

(¹) *Comptes rendus*, 14 décembre 1896.

à 2700ᵐ pendant une campagne de la *Princesse-Alice*. M. Thoulet a fait observer que, dans ces conditions, il y a lieu d'employer des bouteilles



légères, d'un prix peu élevé, et en plus grand nombre. D'autre part, la détermination de la densité ou de la salure pouvant se faire au moyen du

pycnomètre ou par le dosage du chlore, ce qui ne demande qu'une petite quantité d'eau, il est possible de réduire le volume des bouteilles.

» Le dispositif adopté est représenté par les deux figures ci-contre. Dans une monture à hélice, semblable à celle des thermomètres à renversement, et qu'on fixe sur le câble au moyen de deux pinces à vis, on voit, d'une part, la bouteille ouverte en position de descente; d'autre part, la même, remontant fermée et renversée. La bouteille est un cylindre de 25^{cm} de long sur 4^{cm} de diamètre, terminée par un robinet à chaque extrémité. Les deux robinets sont accouplés par une tige le long de laquelle peuvent se mouvoir deux cupules, destinées à recevoir un thermomètre à renversement. La bouteille contenant 315^{cm^3}, et qui est à renversement autour d'un axe situé à son tiers inférieur, est tenue dans la position de départ par un prolongement de l'axe de l'hélice. A la descente, l'eau traverse la bouteille, l'hélice bute contre un arrêt dont on peut régler la position. Quand le thermomètre s'est mis en équilibre à la profondeur voulue, on relève le câble, l'hélice en tournant libère la bouteille après un parcours qu'on peut régler; la bouteille bascule et ses deux robinets se ferment d'autant mieux que le thermomètre les aide dans ce sens par son poids tout en se renversant lui-même.

» Il est évident qu'on peut fixer sur le même câble autant qu'on voudra de ces bouteilles, et qu'on peut remplacer l'hélice par le système du messager. Le premier procédé a cet avantage que toutes les bouteilles sont indépendantes les unes des autres. On peut aussi faire, sur ce même modèle, des bouteilles d'une capacité quelconque.

» Un essai de huit bouteilles en série verticale a été fait à bord de la *Princesse-Alice*, au large de Monaco, le 15 avril. Seule, la bouteille la plus voisine de la surface, et qui n'était pas ajustée convenablement, n'a pas fonctionné. Toutes les autres, espacées de 200^m en 200^m, ont donné un échantillon d'eau et la température correspondante (1). »

M. **J. Séverin** adresse une Note « Sur la préparation du baryum ».

M. **Adad** adresse un travail intitulé : « Théorie de l'Électricité ».

M. **Gustave Le Bon** adresse une Note intitulée : « Action dissociante

---

(1) Le modèle décrit ici ne pèse pas 2^{kg}, il est construit par MM. Léger et Taffe à Monaco. Cette bouteille, qui ressemble par sa disposition à celle de M. Buchanan, diffère de toutes les bouteilles connues par son mode de fonctionnement, c'est-à-dire par le procédé du renversement qui lui a été appliqué.

des diverses régions du spectre sur la matière soumise à leur action ».

(Commissaires : MM. Sarrau, H. Poincaré, H. Becquerel.)

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 2 juin 1902.)

Note de M. *Camille Matignon*, Préparation des chlorures anhydres de samarium, d'yttrium et d'ytterbium :

Page 1310, dernière ligne, *ajoutez* « M. Moissan a constaté la formation de ces sels anhydres dans l'action du chlore sur les carbures correspondants. »

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JUIN 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Amagat*, en remplacement de M. *A. Cornu*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Amagat** prend place parmi ses Confrères.

OPTIQUE. — *Sur la dispersion anomale, en corrélation avec le pouvoir absorbant des corps pour les radiations d'une période déterminée.* Note de M. **J. Boussinesq**.

« I. Les physiciens savent, depuis diverses expériences de Kundt, mais surtout depuis celles de M. Becquerel [1] sur la dispersion anomale d'une flamme colorée par du sel marin, et dont on examine le pouvoir réfringent pour les radiations voisines des deux raies jaunes du sodium, que le carré n^2 de l'indice de réfraction relatif aux radiations non éteintes par le milieu, mais dont la période τ diffère cependant très peu de celle, τ_0, qui correspond à l'axe de l'une de ses raies obscures, est représenté sensiblement par une expression de la forme

$$(1) \qquad n^2 = n_0^2\left(1 + K\frac{\tau_0^2}{\tau^2 - \tau_0^2}\right),$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVII, 5 décembre 1898, p. 899. Voir aussi le *Compte rendu* de la séance du 16 janvier 1899, t. CXXVIII, p. 145.

où K désigne une constante propre à chaque raie et n_0 l'indice moyen du milieu pour les radiations dont les périodes s'écartent un peu de τ_0. Il en résulte que, sauf pour les rayons absorbés, de périodes presque identiques à τ_0, et au sujet desquels l'observation optique est muette, la valeur de n^2 décroît sans cesse quand τ grandit, de part et d'autre de la raie obscure, l'accroissement qui compenserait ces diminutions se produisant (s'il y a quand même continuité) à la traversée de la raie.

» II. La raison naturelle de ce phénomène est vraisemblablement dans le fait, prouvé par l'absorption même des radiations de période τ_0, que les actions intérieures de la matière pondérable expérimentée sont aptes à faire emmagasiner par celle-ci une énergie vibratoire ayant cette période. Or il est bien connu que la force propre à entretenir, dans un point matériel de masse M, des déplacements pendulaires δ' de période τ_0, doit être, au moins d'une manière approchée, dirigée vers la situation *moyenne* ou d'*équilibre* du point et égale au produit $M\frac{4\pi^2}{\tau_0^2}\delta'$. Et comme la configuration des groupes moléculaires, considérés dans leurs situations moyennes, diffère peu, quand l'éther y exécute effectivement des vibrations de période τ, de ce qu'elle est quand la période a la valeur presque identique τ_0, il y a lieu de penser que chaque molécule vibrante y éprouve encore, à très peu près, de la part de ses voisines, la *poussée* totale $-M\frac{4\pi^2}{\tau_0^2}\delta'$, suivant le sens de son déplacement δ'. C'est donc une telle poussée, jointe à l'impulsion de l'éther sur la molécule, qui donne la force motrice $M\frac{d^2\delta'}{dt^2}$ de celle-ci.

» Mais on sait que l'impulsion de l'éther vibrant sur les molécules d'un corps transparent est *analogue* à celle d'un fluide, animé de *brèves* oscillations, sur un solide immergé, ou égale le produit d'un coefficient A, dépendant de la configuration de la molécule, par la masse du fluide éther que la molécule déplace statiquement et par l'accélération du fluide dans son mouvement relatif autour d'elle.

» Si donc δ désigne le déplacement vibratoire de l'éther, ρ sa densité, ϖ' le volume de la molécule ou $\rho\varpi'$ la masse d'éther déplacée, l'impulsion à évaluer de l'éther sera $A\rho\varpi'\frac{d^2(\delta-\delta')}{dt^2}$, ou, sensiblement, $A\rho\varpi'\frac{d^2\delta}{dt^2}$; car, tant que le milieu n'éteint pas la lumière, les déplacements δ' de la matière pondérable y sont, en général, très faibles à côté de ceux, δ, de l'éther.

» Ainsi, les molécules du milieu *aptes* à absorber l'énergie vibratoire de période τ_0 auront à très peu près, pour équation de leur mouvement, après

division par leur masse M,

$$(2) \qquad \frac{d^2\delta'}{dt^2} + \frac{4\pi^2}{\tau_0^2}\delta' = \frac{A\rho\varpi'}{M}\frac{d^2\delta}{dt^2}.$$

» Quant aux autres, qui pourront être les plus nombreuses, elles obéiront presque exclusivement à l'impulsion de l'éther; et l'équation de leur mouvement sera

$$(3) \qquad \frac{d^2\delta'}{dt^2} = \frac{A\rho\varpi'}{M}\frac{d^2\delta}{dt^2}.$$

» III. Comme les mouvements à étudier sont sensiblement pendulaires, de période τ, les déplacements respectifs δ, δ' ont pour dérivées secondes en t les produits de $-\delta$ ou de $-\delta'$ par $\frac{4\pi^2}{\tau^2}$. Et ces équations (2), (3) deviennent, en appelant ε le rapport, dès lors *constant*, $\frac{\delta'}{\delta}$,

$$(4) \qquad \frac{\delta'}{\delta} \text{ ou } \varepsilon = \text{ soit } \frac{A\rho\varpi'}{M}\frac{\tau_0^2}{\tau_0^2-\tau^2}, \qquad \text{soit } \frac{A\rho\varpi'}{M}.$$

» Pour peu que les molécules *à période vibratoire propre* τ_0, très peu différente de τ, soient en nombre comparable aux autres, les déplacements δ' de ces molécules auront seuls, à raison du facteur très grand $\frac{\tau_0^2}{\tau_0^2-\tau^2}$, une influence perceptible dans le phénomène, et il n'y aura pas lieu d'utiliser la dernière valeur (4) de ε.

» Nous aurons à considérer ci-après la somme $\Sigma A\varpi'$, étendue à toutes les molécules pondérables existant dans un élément de volume ϖ d'éther (où elles sont supposées n'occuper, en tout, qu'une place $\Sigma\varpi'$ insignifiante); et nous appellerons $\alpha\varpi$ cette somme $\Sigma A\varpi'$, ou α sa valeur par *unité du volume total* ϖ, valeur comparable à 1 chez tous les corps transparents. Ici, occupons-nous seulement des molécules à période vibratoire propre τ_0; et appelons de même, pour elles, α' la somme $\Sigma A\varpi'$ par unité du volume apparent total ϖ d'un élément d'éther, en admettant d'ailleurs, pour fixer les idées, que toutes ces molécules soient pareilles, ou aient même masse M, même volume ϖ' et même coefficient A de résistance à l'éther. Alors la fraction $\frac{A\rho\varpi'}{M}$ pour ces molécules, multipliée haut et bas par leur nombre dans le volume ϖ, aura, en numérateur, $\alpha'\rho\varpi$ et, en dénominateur, la masse totale des mêmes molécules, c'est-à-dire le produit $\rho'\varpi$, si ρ' désigne la *densité*, dans le milieu, *de la matière à période propre* τ_0. Et la valeur du rapport ε

que nous aurons à employer sera

$$(5) \qquad \frac{\delta'}{\delta} \quad \text{ou} \quad \varepsilon = \alpha' \frac{\rho}{\rho'} \frac{\tau_0^2}{\tau_0^2 - \tau^2}.$$

» IV. Cela posé, formons l'équation du mouvement vibratoire de l'éther. A cet effet, considérant le volume élémentaire ϖ d'éther, de masse $\rho\varpi$, nous exprimerons que sa force motrice $\rho\varpi \frac{d^2\delta}{dt^2}$ comprend : 1° l'action élastique totale qu'exerce sur lui l'éther extérieur, force exprimée par $\varpi\mu \frac{d^2\delta}{dx^2}$, si μ est le coefficient d'élasticité de l'éther et x une abscisse normale aux ondes planes constituant les radiations; 2° la résistance, $-\sum A\rho\varpi' \frac{d^2(\delta - \delta')}{dt^2}$ ou $-\left[\sum A\varpi'(1-\varepsilon)\right]\rho \frac{d^2\delta}{dt^2}$, de toutes les molécules immergées dans l'élément de volume, résistance égale et contraire à la somme des impulsions, mises en œuvre précédemment, de l'éther sur elles (¹). Divisée par $\varpi\mu$, l'équation du mouvement vibratoire de l'éther sera donc, après transposition du dernier terme dans le premier membre,

$$\frac{\rho}{\mu}\left(1 + \frac{\Sigma A\varpi'}{\varpi} - \frac{\Sigma A\varpi'\varepsilon}{\varpi}\right)\frac{d^2\delta}{dt^2} = \frac{d^2\delta}{dx^2}.$$

» Appelons, comme il a été dit ci-dessus, α le rapport *fini* $\frac{\Sigma A\varpi'}{\varpi}$ et α' la partie de ce rapport qui concerne la matière, de densité ρ', à période vibratoire propre τ_0. Si nous remplaçons alors ε par la valeur correspondante (5), et si nous observons enfin que $\frac{\rho}{\mu}$ est l'inverse du carré V^2 de la vitesse de la lumière dans l'éther libre, il viendra, comme équation du mouvement,

$$(6) \qquad \frac{1}{V^2}\left(1 + \alpha + \alpha'^2 \frac{\rho}{\rho'} \frac{\tau_0^2}{\tau^2 - \tau_0^2}\right)\frac{d^2\delta}{dt^2} = \frac{d^2\delta}{dx^2}.$$

» Le coefficient de $\frac{d^2\delta}{dt^2}$ y exprime, dans la mesure où l'on peut supposer

---

(¹) Il y a bien, en outre, une petite force, due aux actions de la matière pondérable sur l'éther exercées aux distances de l'ordre du rayon d'activité des actions intermoléculaires de celle-ci. Mais cette force, sensiblement proportionnelle au déplacement δ et dirigée, pour chaque atome d'éther, vers sa situation d'équilibre, n'a pas dans la question un rôle essentiel; car son petit effet sur le mouvement est, à fort peu près, le même pour toutes les radiations à périodes τ plus ou moins voisines de τ_0.

α et α' les mêmes pour tous les éléments de volume voisins, le carré de l'inverse de la vitesse de la lumière dans le milieu proposé, inverse dont le produit par V est justement l'indice n de réfraction. Nous aurons donc, abstraction faite de la dispersion ordinaire,

$$(7) \qquad n^2 = 1 + \alpha + \alpha'^2 \frac{\rho}{\rho'} \frac{\tau_0^2}{\tau^2 - \tau_0^2}.$$

» Le dernier terme est négligeable dès que τ diffère sensiblement de τ_0, et, alors, n^2, réduit à $1 + \alpha$, n'est autre que ce que nous appelons n_0^2. L'expression de n^2, mise sous la forme (1) indiquée par l'observation, sera ainsi

$$(8) \qquad n^2 = n_0^2 \left(1 + \frac{\alpha'^2}{1+\alpha} \frac{\rho}{\rho'} \frac{\tau_0^2}{\tau^2 - \tau_0^2}\right).$$

» V. Malgré l'excessive petitesse du rapport $\frac{\rho}{\rho'}$ de la densité de l'éther à celle de la matière dont la période propre d'oscillation, dans le milieu, est τ_0, il n'est peut-être pas impossible que le second terme, entre parenthèses, devienne quelquefois appréciable, à raison des très fortes valeurs du quotient $\frac{\tau_0^2}{\tau^2 - \tau_0^2}$. En tout cas, si ce terme, tel qu'il s'est offert à nous, semble devoir rester généralement imperceptible, à cause du rapport tout à fait infime, qu'il contient en facteur, des deux densités de l'éther et d'une substance pondérable, c'est néanmoins un fait digne de remarque, qu'il ait précisément la forme du terme en K suggéré par l'observation, dans l'expression (1) du carré n^2. Quelque circonstance inconnue abaisserait-elle son ordre de petitesse, tout en lui conservant cette forme?

» Quand on fait varier dans le milieu la densité ρ' de la matière à période vibratoire propre τ_0, le paramètre α', composé de termes se rapportant à chacune de ses particules immergées dans l'unité de volume d'éther, est proportionnel à ρ', et α, qui contient tous les éléments de α', éprouve le même changement que ce paramètre. Notre expression, $\frac{\alpha'}{1+\alpha} \frac{\alpha'\rho}{\rho'}$, du coefficient K est donc alors en raison directe de la fraction $\frac{\alpha'}{1+\alpha}$, c'est-à-dire croissante avec ρ', et même sensiblement proportionnelle à ρ' si cette fraction est petite devant l'unité.

» Le coefficient de proportionnalité $\frac{\alpha'}{\rho'}$ serait-il exceptionnellement grand chez les substances à période vibratoire propre τ_0 *bien déterminée*, sub-

stances *actives* qui pourraient, d'ailleurs, n'être qu'en assez faible proportion dans le corps où elles se manifestent? Ainsi s'expliquerait la valeur alors sensible de K. Et ce serait l'action de la matière avoisinante, relativement *fixe*, qui pourrait donner en tout, sur chaque élément M de ces substances actives, la force $-M\frac{4\pi^2}{\tau_0^2}\delta'$ le tirant sans cesse vers sa situation d'équilibre ou moyenne.

» Ou, mieux encore, le fait d'une valeur exceptionnellement grande du coefficient $\frac{\alpha'}{\rho'}$, chez une certaine matière du milieu, entraînerait, pour cette matière, la production de déplacements δ' beaucoup moins petits que pour celle qui l'entoure et, dès lors, sa sollicitation, de la part de celle-ci, par une force de la forme $-M\frac{4\pi^2}{\tau_0^2}\delta'$, propre à lui faire emmagasiner l'énergie vibratoire d'une période τ_0 appropriée. La matière plus largement vibrante que le reste se trouverait constituée, suivant que la période serait relativement longue ou brève, soit par des molécules entières, soit seulement par certains atomes, dans chaque molécule de la substance active. C'est vraisemblablement ainsi que les choses se passent. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'arsenic existe normalement chez les animaux et se localise surtout dans leurs organes ectodermiques.* Note de M. **Armand Gautier**, à propos d'une Note de M. Gabriel Bertrand (¹).

« Lorsque, en 1899, j'annonçais à l'Académie (²) que j'avais trouvé l'arsenic, à l'état normal, dans quelques-uns des organes des animaux : la peau et ses annexes, la glande thyroïde, le tymus et les os, je m'attendais à rencontrer des contradicteurs, et c'est pour éviter le plus possible toute polémique inutile que j'eus le soin de décrire en détail la marche à suivre pour répéter mes expériences (³), renvoyant même à mon premier Mémoire de 1876, où j'exposais la méthode que j'ai depuis très perfectionnée, et qui m'a permis de retrouver, dans certains organes, des traces constantes d'arsenic (⁴).

(¹) Voir plus loin, à la Correspondance, p. 1434.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 929; *Ibid.*, t. CXXX, p. 284.

(³) *Ibid.*, t. CXXIX, p. 936.

(⁴) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5ᵉ série, t. VIII, p. 384, 397 et 402.

» Mais lorsqu'il s'agit de recherches aussi particulièrement délicates on ne saurait tout suffisamment expliquer, et les expérimentateurs qui ont voulu contrôler l'existence de l'arsenic normal, y compris M. G. Bertrand et M. Lepierre (de Porto), n'ont point d'abord retrouvé ce métalloïde, quelle que fût leur habileté expérimentale.

» Je ne me suis donc pas étonné qu'en Allemagne MM. C. Hödlmoser, K. Cerny et E. Ziemke n'aient obtenu que des résultats négatifs ou inconstants. Mais leurs observations ne sauraient prévaloir contre plus de 30 recherches d'arsenic dans la peau, les poils, les cornes, la glande thyroïde, les os, où je l'ai toujours retrouvé, et plus de 200 expériences à résultats constamment négatifs, faites comparativement et côte à côte avec les organes non arsénicaux des mêmes animaux : foie, rate, muscles, estomac, tissu cellulaire, poumons, glandes salivaires, rein, capsules surrénales, testicules, intestin, urine, sang, etc., organes et humeurs sinon peut-être absolument exempts d'arsenic, du moins dans lesquels je puis affirmer qu'il en existe à l'état normal moins de $\frac{1}{200}$ de milligramme par 200^{g} à 300^{g} de matière, soit moins de un vingt-millionième à un trente-millionième de leur poids.

» La lecture des Mémoires des savants allemands plus haut cités suffit à montrer qu'ils n'ont pas suivi dans tous ses détails la méthode délicate que j'ai fait connaître. Leurs résultats sont, en effet, discordants et les pertes d'arsenic évidentes.

» En effet, Hödlmoser ([1]), pour montrer le degré d'exactitude et de sensibilité de sa méthode, ajoute à trois portions (*b*), (*c*), (*d*) de foie, pesant 100^{g} chacune, à (*b*), $0^{mg},58$; à (*c*), $1^{mg},16$ et à (*d*), $1^{mg},74$ d'acide arsénieux. Après destruction de la matière et passage à l'appareil de Marsh, l'anneau (*c*), qui aurait dû peser $0^{mg},9$, pesait $0^{mg},7$ seulement, et l'anneau (*d*), qui eût dû peser $1^{mg},3$, pesait aussi $0^{mg},7$. Il y avait donc eu, dans le cas (*c*), perte de 2 décimilligrammes, et dans le cas (*d*), perte de 6 décimilligrammes d'arsenic, c'est-à-dire perte de quantités d'arsenic très notablement supérieures à celles qu'on peut s'attendre à trouver dans les organes où existe l'arsenic normal.

» Malgré cette imperfection dans sa technique, Hödlmoser arrive cependant à trouver, de temps à autre, quelques faibles traces d'arsenic, mais, dit-il, ces traces, existant indifféremment dans les divers organes, n'ont pas d'importance. Ceci démontre, il me semble, ou bien l'infidélité de la

---

([1]) *Zeitsch. f. physiolog. Chemie*, juillet 1901, p. 329.

marche suivie par ce savant, ou bien la non absolue pureté des réactifs employés, probablement de l'acide nitrique. Hödlmoser conclut que la différence de ses résultats et des miens tient peut-être à la différence de la nature géologique du sol où ont vécu les animaux ayant fourni les organes examinés. Je ne le pense pas, car, s'il en était ainsi, je n'aurais pas trouvé l'arsenic si particulièrement localisé dans quelques organes seulement, tandis qu'il était absent du foie, du sang et de toutes les autres parties des animaux, du moins dans les limites ci-dessus dites.

» K. Cerny (¹), dans ses 29 essais, a retrouvé l'arsenic à l'état de traces une fois sur deux environ : dans la *thyroïde humaine*, 9 fois sur 13 cas; dans celle de porc, 1 fois sur 3 cas; dans le thymus, 1 fois sur 5; dans le foie de 7 hommes il a trouvé 4 fois un peu d'arsenic. En somme, en 29 expériences, Cerny retrouve l'arsenic 15 fois. Il termine son Mémoire par ces conclusions :

« De ces résultats, qui ne diffèrent pas essentiellement de ceux de » Hödlmoser, on peut conclure que *de minimes traces d'arsenic sont pré-* » *sentes dans l'organisme animal, comme dans toute la nature,* mais que ces » traces ne peuvent jouer aucun rôle.... » Cerny n'a pas mesuré la gravité de ces affirmations, renouvelées de Raspail, qui, si elles étaient exactes, rendraient vaines toutes les recherches médico-légales d'arsenic, et désarmeraient à la fois les experts et les juges. Je réponds et j'affirme que *tous les corps de la nature* et que tous les organes des animaux ne contiennent pas ces traces d'arsenic que suppose Cerny. Je n'en ai jamais trouvé, pour mon compte, *ou moins de un vingt-millionième de leur poids*, dans aucun organe, sauf dans la peau et ses annexes, le thymus, la thyroïde des animaux, jeunes ou vieux, sauvages ou domestiques, et peut-être dans les os et le cerveau.

» Quant à l'intérêt que peuvent avoir ces faibles quantités d'arsenic, rien n'autorise à penser avec Cerny que, si elles sont si spécialement localisées, elles ne jouent aucun rôle dans ces organes essentiels à la vie.

» Enfin, E. Ziemke (²) trouve aussi l'arsenic à l'état de traces, comme Cerny, dans un grand nombre de ses recherches, et conclut comme lui que ce métalloïde n'existe pas à l'état normal chez les animaux. C'est, il me semble, la conclusion contraire qu'il eût dû logiquement déduire de ses essais, s'ils ont été faits soigneusement. Mais je ne les connais que par un extrait.

(¹) *Zeitsch. f. physiolog. Chemie*, 1902, t. XXXIV, p. 408-416.

(²) *Apotheke Zeitung*, 1902, t. XVII.

» Les résultats obtenus par MM. Hödlmoser, Cerny, Ziemke sont contredits par les expériences de MM. Lepierre, Pagel, Imbert et Badel, et surtout par celles de M. G. Bertrand.

» M. Lepierre, directeur du laboratoire municipal de Porto, dont le savoir et la sévère technique expérimentale sont bien connus, m'a déclaré, en 1900, n'avoir eu d'abord que des insuccès quand il voulut rechercher l'arsenic dans la laine et la peau des animaux, mais ayant eu confiance en ce que j'avais annoncé, il persista, perfectionna sa méthode et s'assura définitivement de la présence constante de l'arsenic dans ces organes.

» M. Pagel, chef des travaux de Pharmacie à l'École de Nancy (1900), M. Imbert, agrégé à l'École de Pharmacie de Montpellier, et son collaborateur, M. Badel, ont successivement retrouvé l'arsenic normal.

» Mais à M. G. Bertrand [1] revient surtout le mérite, non seulement d'avoir confirmé mes observations, mais encore d'avoir perfectionné une méthode déjà réputée si parfaite en ce qui regarde le fonctionnement de l'appareil de Marsh, et d'avoir bien défini les conditions qui permettent de retrouver le demi-millième de milligramme d'arsenic introduit dans cet appareil.

» J'ajoute enfin qu'en 1900, avant même mes expériences, W. Abénius, de Stockholm, cherchant l'arsenic dans les laines teintes, où il le décela dans tous les cas, eut la curiosité d'examiner les laines brutes de mouton; à sa grande surprise il y retrouva l'arsenic [2]. Mais étant données les idées courantes d'alors, Abénius conclut que tous les moutons qui avaient fourni ces laines avaient dû, pendant leur vie (sans doute pour les débarrasser de leurs parasites) avoir été lavés avec des solutions arsénicales!

» J'accorderai cependant un point à mes contradicteurs. Si mes expériences et celles de M. G. Bertrand et des autres savants que je viens de citer, démontrent l'existence normale de l'arsenic dans quelques-uns des organes des animaux, je reconnais que les quantités de ce métalloïde sont très petites et même fort variables. Dans la thyroïde, la peau, il m'est arrivé de n'en trouver que de faibles traces; le cerveau peut n'en pas contenir même des traces. Mais j'ai montré que l'organisme, à certaines époques, se décharge de son arsenic qui disparaît des organes intérieurs pour passer dans l'épiderme, les poils ou les cheveux qui en sont généralement très riches, et, chez la femme, pour s'échapper par les menstrues.

---

(1) Voir sa Note, p. 1434.

(2) *Chem. Zeitsch.*, 1900, p. 374.

» J'ajoute aussi que, dans des expériences d'une telle délicatesse, il faut, comme l'a fait M. G. Bertrand, et comme je l'avais fait moi-même, contrôler soigneusement tous ses réactifs et chercher l'arsenic dans 300 grammes, au moins, de chacun des acides employés en les faisant passer par toutes les phases successives de la méthode de recherche.

» Il faut éviter aussi (ainsi que M. G. Bertrand en a plus particulièrement démontré la nécessité) la pénétration de l'oxygène dans l'appareil de Marsh. Pour cela, je me sers actuellement d'un petit flacon A de 120 cent. cubes à trois tubulures ([1]). L'une reçoit un tube de verre recourbé *t*, plongeant jusqu'au fond, tube dont la partie horizontale porte un caoutchouc désulfuré, muni d'une pince *p*; ce tube s'ouvre extérieurement dans un vase vide. Dans la tubulure médiane du flacon A passe un tube à boule T muni d'un robinet de verre; il est destiné à laisser pénétrer dans l'appareil la liqueur acide où l'on cherchera l'arsenic, et cela sans que l'air puisse jamais être entraîné au moment des additions successives d'acide. Les gaz sortent du flacon A par un tube taillé en biseau par le bas, portant une petite boule soufflée; ils arrivent au filtre à coton auquel fait suite le tube horizontal, chauffé au rouge très sombre, où doit se former l'anneau arsénical.

» Ce tube semi-capillaire, chauffé sur 10 à 12 centimètres, est relié par un caoutchouc désulfuré, portant une pince *r*, à un tube vertical plongeant de 1 centimètre dans un peu d'acide sulfurique.

» On place d'abord dans le flacon A, entouré extérieurement d'eau froide, 25 grammes de zinc pur; on le remplit entièrement d'eau distillée pure, on ferme la pince *r*, on ouvre *p*, et l'on verse peu à peu par le tube à boule T de l'acide sulfurique au dixième mêlé d'une goutte de solution faible de chlorure de platine. L'hydrogène qui se forme chasse l'eau par le tube latéral *t*. Quand le flacon A est presque vide d'eau, on ferme la pince *p*, on ouvre *r* et l'on commence à laisser pénétrer par le tube T central, à boule et à robinet, le liquide acide où l'on cherche l'arsenic. On est ainsi certain de n'avoir dans le flacon A que de l'hydrogène pur et de ne laisser jamais entrer la moindre bulle d'air au cours de l'opération.

» L'oubli de cette seule précaution suffirait à expliquer les résultats négatifs observés. La dessiccation parfaite du tube où doit se faire l'anneau, le temps que doit marcher l'appareil (5 heures pour les traces) ont aussi leur importance. La marche de la destruction de la matière et la

---

([1]) Il faut se servir d'excellents bouchons de *liège*, et au besoin les paraffiner.

précipitation de l'arsenic, d'abord à chaud, puis à froid, par l'hydrogène sulfuré (1), sont aussi des phases difficiles de cette délicate recherche. Je les ai déjà décrites en détail. »

ÉNERGÉTIQUE. — *Dissociation des éléments de la dépense énergétique des moteurs employés à l'entraînement des résistances de frottement*, par M. **A. Chauveau**.

« Le déplacement des résistances créées par le *frottement* exige l'intervention des mêmes fonctions énergétiques que le soulèvement des charges (voir *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1177 et 1266). On peut l'affirmer *a priori*. L'intensité de ces résistances, en effet, peut être mesurée au dynamomètre et se traduit en kilogrammes, comme la valeur des charges soulevées dans le *travail mécanique vrai*. Si donc l'énergie utilement dépensée dans le soulèvement des charges se compose de trois parts distinctes et dissociables, il n'en peut être autrement de l'énergie consacrée à l'entraînement des résistances de frottement. La dépense provoquée par ce travail comprend nécessairement, outre l'énergie purement stérile qui amène au seuil de la mobilisation la machine marchant à vide, énergie dont nous ne nous occuperons plus :

» *a*. L'énergie qui est prise par l'annihilation des résistances et qui les prépare au déplacement;

» *b*. Celle qui opère ce déplacement;

» *c*. Celle enfin qui imprime au déplacement sa vitesse.

» La seule particularité du cas du déplacement des résistances de frottement, c'est que le *travail mécanique* effectué dans ce déplacement n'emmagasine pas de force vive et que toute l'énergie mise en jeu pour le produire se résout et se dissipe en chaleur sensible.

» Il y a lieu de considérer isolément le cas des arbres et des treuils qui tournent sous la pression d'un frein et le cas des machines dont les arbres

(1) En aucun cas, même quand on procède à la destruction de faibles quantités de matières, même quand la liqueur acide finale est parfaitement décolorée, comme dans un Kjeldhall, on ne doit verser directement le produit total de l'attaque dans l'appareil de Marsh sans passer par H^2S. Par cette méthode simplifiée, que l'on a proposée, (voir *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 15 décembre 1901, p. 241) on n'obtient jamais la totalité de l'arsenic, ni des anneaux exempts des matières sulfurées ou même azotées.

appliquent leur énergie disponible à des travaux de traction horizontale. Ce dernier est le plus simple, celui qui se rapproche le plus du cas type du soulèvement des charges et qu'il est tout indiqué d'étudier en premier lieu.

» A. — Dissociation des éléments de la dépense énergétique dans le travail de traction horizontale. — Les frottements qui créent les résistances entraînées par une traction horizontale résultent du *roulement* ou du *glissement*. On s'est attaché exclusivement au glissement, qui intéresse davantage. L'étude en a été poursuivie au moyen de l'outillage employé dans mes expériences précédentes (voir *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1266), mais en y ajoutant un organe nouveau, permettant l'entraînement de la résistance produite par la pression d'une charge glissant sur un plan horizontal. Je me suis servi du chariot de mon grand enregistreur. Les trois roues en avaient été immobilisées et patinaient au contact des rails sous l'action des tractions. Grâce à un système simple de poulies de renvoi, ce chariot pouvait être substitué au plateau récepteur de la charge à soulever. La substitution se faisait presque instantanément, en sorte qu'il était extrêmement facile de faire la comparaison de la dépense du soulèvement vertical de la charge et du déplacement horizontal de la résistance équivalente créée au point de contact des roues du chariot avec les rails.

» Pour donner la valeur voulue à cette résistance, on chargeait plus ou moins la plate-forme du chariot. Cette valeur était appréciée à l'aide d'un dynamomètre placé sur le trajet de la corde qui entraînait le chariot. La même valeur était donnée à la charge à étudier comparativement au point de vue de la dissociation des éléments de la dépense qu'entraine son soulèvement. On pouvait ainsi procéder avec sûreté, pour les deux conditions comparées, aux déterminations visées, savoir :

» 1° Dépense consacrée à la neutralisation des charges ou résistances qu'il s'agit d'amener au seuil de la mobilisation ;

» 2° Dépense consacrée à la création de la vitesse dont ces charges ou résistances sont animées pendant leur déplacement ;

» 3° Dépense totale provoquée par ce déplacement.

Les opérations que nécessitent ces diverses déterminations sont exactement celles qui ont été décrites dans la précédente Note (p. 1267 et suivantes).

» *Expérience.* — Je tire l'exemple que je vais citer d'une série de recherches qui visaient un tout autre but que la dissociation des diverses fonctions de la dépense énergétique et où le fait de cette dissociation s'est fortuitement trouvé réalisé, même

pour la dépense stérile, dont je n'avais pas besoin de me préoccuper dans mes nouvelles études. L'exemple n'en est que plus démonstratif.

» En chargeant la plate-forme du chariot de 20^{kg}, 40^{kg}, 60^{kg}, la résistance au glissement sur les rails prenait les valeurs de $3^{kg},9$, $7^{kg},5$, 11^{kg}, indiquées, avec quelque hésitation dans la fixité, par le dynamomètre, lorsqu'on entraînait cette résistance à la vitesse de $1^{m},5$ parcourus en 90 secondes. Après les déterminations des dépenses effectuées dans ces conditions, le chariot était supprimé et remplacé par le plateau ascendant muni de poids équivalant aux valeurs dynamométriques de la résistance du chariot. De plus, la même vitesse, $\frac{1^{m},5}{90^{s}}$, était imprimée aux soulèvements du plateau.

» Les résultats obtenus sont exprimés dans le Tableau suivant :

	Travail à la seconde.			Dépense énergétique à la seconde.				
Nature du travail.	Valeur de la résistance en poids.	Chemin parcouru.	Travail mécanique effectué.	Dépense totale.	Énergie consacrée à l'équilibration de la résistance.	Énergie prise par la vitesse du déplacement de la résistance.	Énergie absorbée par l'appareil lui-même pour arriver au seuil de la mobilisation.	Énergie attachée au déplacement de la résistance. (Trav. méc.)
	kg	m	kgm	w	w	w	w	w
I Entraînement horizontal.	3,9 ×	0,0166 =	0,065	7,11	− (4	+ 5,4	− 3)	= 0,71
	7,5 ×	0,0166 =	0,125	9,55	− (5,9	+ 5,4	− 3)	= 1,25
	11 ×	0,0166 =	0,183	11,73	− (7,3	+ 5,4	− 3)	= 2,03
II Soulèvement vertical.	3,9 ×	0,0166 =	0,065	7,44	− (4,2	+ 5,4	− 3)	= 0,74
	7,5 ×	0,0166 =	0,125	9,8	− (6	+ 5,4	− 3)	= 1,30
	11 ×	0,0166 =	0,183	11,8	− (7,4	+ 5,4	− 3)	= 1,90

» Ces résultats sont des plus significatifs :

» *Ainsi, qu'on ait affaire à l'entraînement horizontal d'une résistance de valeur dynamométrique déterminée ou au soulèvement vertical d'une charge de valeur égale, l'énergie dépensée est la même et se répartit de la même manière entre les diverses fonctions dévolues à cette énergie.*

» B. Dissociation des éléments de la dépense énergétique dans le travail de frottement des arbres tournant sous la pression d'un frein. — L'instrumentation employée est la même que dans les expériences précédentes, sauf qu'un frein semi-circulaire y remplace sur le treuil le fil chargé d'entraîner le chariot sur ses rails.

» Ce frein, d'une surveillance et d'un entretien très faciles (condition absolument fondamentale), consiste dans une anse de ruban d'acier qui embrasse une poulie plate fixée sur l'axe du treuil et dont les deux extrémités, reliées l'une à l'autre, supportent un plateau qu'on charge plus ou

moins, suivant la résistance de frottement qu'on désire obtenir. C'est cette résistance de frottement qui est mise en comparaison avec la résistance, de valeur équivalente, d'un poids soulevé verticalement.

» *Valeur en poids de la résistance du frein.* — Il y a une première opération à faire : la détermination de l'équivalence, en kilogrammes, de la résistance de frottement du frein, pour les conditions choisies de pression exercée sur le treuil et de vitesse imprimée à sa rotation. Cette détermination est faite par un procédé analogue à celui qui est employé dans le cas d'entraînement horizontal du chariot patinant sur ses rails. On accroche un dynamomètre sous le plateau descendant de l'appareil et l'on met ce plateau en mouvement à l'aide d'une traction exercée sur le dynamomètre. Le moyen employé pour opérer cette traction importe peu, pourvu qu'elle s'effectue régulièrement avec la vitesse voulue. Alors, le treuil se déplace sous le frein comme dans le cas où il est actionné directement par le moteur électrique. *L'indication qu'on obtient du dynamomètre est donc la valeur, en kilogrammes, de la résistance développée par le frein à la surface du treuil, pendant cet entraînement direct. C'est aussi la valeur de la charge qu'il faut mettre dans le plateau ascendant pour créer un travail moteur identique à celui qui se produit sous le frein.*

» Tel est le principe de la méthode et de la technique à mettre en œuvre pour obtenir la valeur des charges qui équivalent à la valeur des résistances du frein, en vue de la comparaison des dépenses que le déplacement de ces charges ou résistances entraîne respectivement. Ce principe est simple et sûr. Mais à l'application les difficultés ne manquent pas : il faut éviter les incertitudes que les oscillations du dynamomètre introduisent dans la lecture de ses indications. Mais, avec des moyens simples dont je ne puis parler faute de place, on réussit toujours à s'affranchir des effets de ces influences perturbatrices.

» *Expériences fondamentales sur la dépense comparée dans le travail d'entraînement de la résistance du frein et dans le travail de soulèvement des charges.* — Lorsqu'on fait marcher le moteur pour vaincre la résistance tangentielle qui se développe à la surface du treuil, soit du fait de la pression du frein, soit du fait de la corde de suspension du plateau ascendant, muni de son chargement équivalent, on réalise exactement la même expérience, mais dans les deux conditions différentes que l'on a à mettre en présence l'une de l'autre.

» Pour comparer les dépenses énergétiques entraînées par le travail du moteur dans ces deux conditions, on commence par déterminer la dépense qui accompagne l'entraînement de la résistance du frein. Puis, celui-ci étant supprimé, on place la charge équivalente à la valeur de sa résistance dans le plateau ascendant et l'on détermine la

dépense nécessaire pour soulever cette charge avec la même vitesse du moteur que dans l'entraînement de la résistance du frein. *Or, la dépense (dépense totale) indiquée par les instruments de mesure est sensiblement la même dans les deux cas.*

» Si, d'autre part, avant ces opérations de travail moteur, on a soin de déterminer la dépense exigée par l'équilibration de la résistance à déplacer ou à soulever, *on constate encore, dans les deux cas, la même quasi-identité de dépense ; il faut une quantité à peu près égale d'énergie pour amener les deux résistances au seuil de la mobilisation.*

» Enfin, en neutralisant la résistance du frein ou celle de la charge libre par un poids équivalent ou égal placé dans le plateau descendant, on supprime tout travail mécanique, partant toute occasion de dépense pour équilibration et pour déplacement des résistances. Il ne subsiste, lorsqu'on met le moteur en mouvement, que la dépense affectée à la création de la vitesse. *Or, dans les deux cas encore, les vitesses identiques exigent des dépenses identiques, ou à très peu de chose près.*

» Il suffit d'un petit nombre d'expériences, très soigneusement faites, pour obtenir ces déterminations fondamentales, d'où *découle la preuve qu'il n'existe aucune différence, au point de vue de la dépense énergétique et des éléments qui la constituent, entre les travaux mécaniques résultant du déplacement angulaire de la résistance d'un frein ou du soulèvement d'une charge, si la résistance du frein et la charge sont de valeur équivalente.*

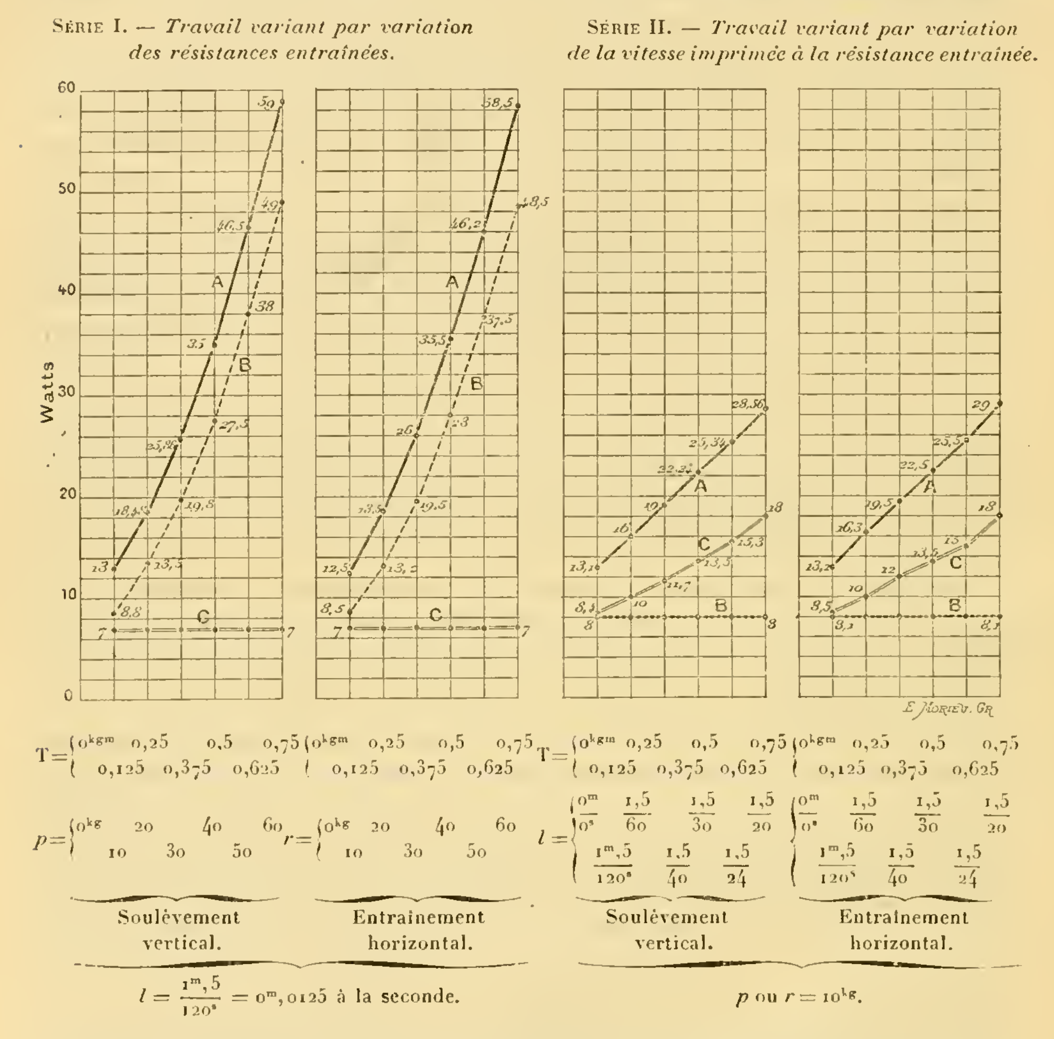
» *Conditions qui favorisent la comparaison des dépenses.* — L'identité de la dépense énergétique et de son mode d'emploi, dans les deux cas étudiés, étant ainsi préalablement établie, on peut simplifier les expériences de comparaison, tout en les rendant plus exactes.

» En effet, prenons le cas type où l'on a déterminé, pour une charge et une vitesse données : *a*, la dépense totale occasionnée par le travail de soulèvement ; *b*, la dépense partielle consacrée à l'équilibration de la charge ; *c*, celle qui est affectée à la création de la vitesse de son déplacement. On peut retrouver, avec une certaine promptitude, toutes ces déterminations pour le cas symétrique de travail sous le frein, en supprimant la recherche des conditions de ce cas par l'emploi du dynamomètre. Il suffit, après la substitution du frein à la charge, de chercher directement, par tâtonnement, quel est le poids dont il faut charger le frein pour obtenir une résistance de frottement qui puisse être entraînée dans le même temps que la résistance du poids et avec la même dépense en volts et en ampères. Le plus souvent même, il suffit de viser cette égalité de dépense, et, quand on l'a obtenue, il se rencontre toujours que le travail s'est exécuté exactement ou presque exactement dans le même temps que quand il y avait soulèvement de la charge. On en conclut que cette charge représente la valeur de la résistance du frein et peut être employée pour l'équilibrer.

» Il est à peine besoin d'ajouter que les dépenses partielles vouées à la neutralisation de la résistance du frein et à la création de la vitesse de son déplacement s'obtiennent ensuite sans difficulté, par les procédés déjà décrits.

» En profitant de cette méthode, j'ai pu rassembler un grand nombre de documents dans lesquels l'égalité de la dépense totale et des dépenses partielles s'est révélée, dans les deux cas comparés, tantôt avec une rigoureuse exactitude, tantôt avec de très petits écarts. J'ai groupé ceux des résultats qui avaient été obtenus dans des conditions instrumentales à très peu près similaires, et j'en ai tiré des moyennes avec lesquelles

ont été construits les graphiques ci-dessous, qui font pendant à ceux de la dernière Note (p. 1270). On y a disjoint et mis en parallèle les dépenses qui concernent le sou-



lèvement des charges et celles qui concernent l'entraînement de la résistance du frein. L'identité saute de suite aux yeux. Elle est aussi manifeste dans la série I, où le travail moteur croît en fonction de la valeur des résistances, que dans la série II, où il croît en fonction de la vitesse du déplacement de la résistance. A représente la dépense totale de ce travail moteur; B, la part qui appartient, dans cette dépense totale, à l'équilibration des résistances, et C, celle de la vitesse qui est imprimée à leur déplacement. Le calcul de la dépense attachée à ce déplacement lui-même n'a pas été fait, faute de la détermination de la dépense stérile, détermination qui n'avait pas été jugée utile au but poursuivi dans les présentes recherches [1].

---

[1] Toutes les expériences ont été faites avec le concours de M. J. Tissot.

» *En résumé, dans l'entraînement des résistances de valeur dynamométrique déterminée, que les freins développent à la surface des arbres ou des treuils, il entre en jeu la même énergie que dans le soulèvement des poids de même valeur que ces résistances.*

» *De plus, cette énergie est employée exactement de la même manière, aux mêmes fonctions également dissociables : la neutralisation de la résistance, la création de la vitesse imprimée à son déplacement, l'exécution de ce déplacement lui-même ou du travail mécanique.*

» *La seule différence existant entre les deux modes de travail moteur, c'est que, dans le cas d'entraînement des résistances sous le frein, aucune part de l'énergie employée pendant le travail ne subsiste après à l'état de force vive en puissance.* »

ZOOLOGIE. — *Sur le mode de multiplication des Trypanosomes des Poissons.* Note de MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil.**

« Dans une Note antérieure [1], nous avons résumé nos recherches sur la morphologie des Trypanosomes des Poissons; nous avons montré que ces parasites devaient être classés dans les genres *Trypanosoma* et *Trypanoplasma;* la différence fondamentale entre ces genres étant fournie par le nombre et la disposition des flagelles : un seul flagelle à l'extrémité antérieure dans le genre *Trypanosoma,* un flagelle à l'extrémité antérieure et un autre à l'extrémité postérieure dans le genre *Trypanoplasma.*

» Depuis la publication de cette Note, nous avons continué nos recherches sur les Trypanosomes des Poissons et nous sommes en mesure de combler une lacune qui existait dans notre description.

» Nous écrivions (p. 674) :

» Nous n'avons jamais vu de formes de division de ces Hématozoaires; il est bien probable que chez les Poissons, comme chez les Rats infectés de *Tr. Lewisi,* il y a une période de multiplication assez courte après laquelle les parasites persistent dans le sang mais ne se divisent plus. Pour observer les formes de division, il faudrait donc inoculer les Trypanosomes à des Poissons non infectés; les tentatives que nous avons faites dans ce sens ne nous ont donné, jusqu'ici, que des résultats négatifs. »

» Nos tentatives d'inoculation des Trypanosomes des Poissons à des Poissons de même espèce avaient été faites apparemment dans de mau-

(1) *Comptes rendus,* séance du 28 octobre 1901.

vaises conditions, car ces expériences, reprises au printemps de cette année, nous ont donné souvent des résultats positifs et nous ont permis, suivant nos prévisions, d'étudier les formes de multiplication des Trypanosomes des Poissons.

» On ne trouve dans les auteurs que très peu de renseignements sur le mode de multiplication des Trypanosomes des Poissons.

» Danilewsky admet que la multiplication de ces Trypanosomes se fait par division binaire inégale, les jeunes Trypanosomes ayant l'aspect de Monades ([1]).

» D'après Chalachnikow, les jeunes Trypanosomes des Poissons se multiplient par division longitudinale; l'auteur aurait vu aussi dans le sang de *Cyprinus carpio* et de *Esox lucius*, conservé quelques jours *in vitro*, des masses protoplasmiques en voie de division qu'il considère comme des formes de multiplication des Trypanosomes ([2]).

» L'étude de la structure et des formes de multiplication des Trypanosomes des Poissons n'est possible que sur des préparations de sang bien fixées et bien colorées, et il n'y a pas lieu de s'étonner si les descriptions de Chalachnikow, basées sur l'observation du sang frais non coloré ou insuffisamment coloré, sont inexactes sur beaucoup de points. Chalachnikow figure des Trypanosomes du Brochet avec des flagelles aux deux extrémités, alors que ce Trypanosome n'a jamais qu'un flagelle à l'extrémité antérieure.

» Les masses protoplasmiques vues par le même observateur, dans des préparations de sang conservées *in vitro*, ne paraissent avoir aucun rapport avec la multiplication des Trypanosomes. Peut-être les Trypanosomes des Poissons peuvent-ils s'agglutiner *in vitro* comme font d'autres Trypanosomes, ce qui expliquerait certaines des formes décrites par Chalachnikow; les Trypanosomes des Poissons sont, en général, si peu nombreux dans le sang que ce phénomène est difficile à étudier; il est admissible que, les Poissons examinés par Chalachnikow étant plus fortement parasités que les nôtres, des agglutinations ont pu se produire.

» Les expériences qui suivent montrent qu'il est facile d'inoculer les Trypanosomes d'un Poisson à un Poisson de même espèce en injectant dans le péritoine un peu du sang qui contient des Trypanosomes.

» *Expérience I.* — Le 15 avril 1902, un Brochet d'une livre environ est sacrifié; le

([1]) *Biologisches Centralbl.*, 1er novembre 1885.

([2]) Chalachnikow, *Recherches sur les parasites du sang*. Kharkow, 1888.

sang qui contient des Trypanosomes en très petit nombre est mélangé à de l'eau physiologique citratée et l'on injecte $0^{cm^3},5$ du mélange dans la cavité péritonéale de deux jeunes Brochets. Ces Brochets, qui mesurent l'un 15^{cm} et l'autre 12^{cm} de long, sont conservés au laboratoire depuis plusieurs mois; l'examen de leur sang fait à diverses reprises n'a jamais révélé l'existence de Trypanosomes; nous désignerons ces Brochets par les lettres A et B.

» *Brochet A :* 15^{cm} de long. — Examen du sang fait le 23 avril, 8 jours après l'inoculation : on ne voit aucun Trypanosome. 3 mai, Trypanosomes rares. 11 mai, le nombre des Trypanosomes a sensiblement augmenté. A partir du 20 mai, le nombre des Trypanosomes diminue; le 4 juin, on a de la peine à trouver un Trypanosome dans une préparation de sang qui est longuement examinée. Le Brochet a survécu.

» *Brochet B :* 12^{cm} de long. — Le 2 mai, 17 jours après l'inoculation, on note, à l'examen du sang, des Trypanosomes très rares. 7 mai, le nombre des parasites a sensiblement augmenté; en se servant de l'oculaire 1 et de l'objectif 7 de Verick, on compte jusqu'à cinq Trypanosomes dans un même champ. 13 mai, le brochet est sacrifié; le nombre des Trypanosomes a diminué. Les Trypanosomes ne sont pas plus nombreux dans les vaisseaux des reins ou de la rate que dans le sang recueilli dans le cœur ou à la périphérie.

» Les Trypanosomes vus chez ces deux Brochets et examinés avec soin, sur des préparations de sang desséché et coloré, ont présenté tous les caractères de *Tr. Remaki* var. *parva*. Les Trypanosomes mesurent de 23^{μ} à 35^{μ} de long; ils sont assez souvent en voie de division.

» *Expérience II.* — Le 8 mai 1902, le sang d'un Rotengle (*Scardinius erythrophthalmus*), contenant de rares *Trypanoplasma Borreli*, est inoculé dans la cavité péritonéale de cinq Rotengles (deux de dimension moyenne et trois petits); chacun des Poissons inoculés reçoit $0^{cm^3},5$ environ du sang fortement dilué dans l'eau physiologique citratée. Les cinq Rotengles ont été examinés avec soin avant l'inoculation, l'existence de Trypanoplasmes n'a été notée chez aucun d'eux.

» 16 mai : l'examen du sang fait chez deux des Rotengles inoculés est négatif.

» 21-26 mai : on note l'existence de Trypanoplasmes (*Tr. Borreli*) en petit nombre chez trois des Rotengles inoculés, l'examen du sang est négatif chez les deux autres.

» 29 mai : deux des Rotengles sont trouvés morts (un moyen et un petit); ce sont justement ceux chez lesquels l'examen du sang a été négatif.

» Les Trypanoplasmes sont rares dans le sang des trois Rotengles infectés; les deux petits Rotengles sont sacrifiés, les Trypanoplasmes sont rares dans la rate et dans les reins comme dans le sang pris à la périphérie.

» Chez le Rotengle moyen qui survit, l'examen du sang, fait dans les premiers jours de juin, montre des Trypanoplasmes très rares.

» Cette expérience sur les Trypanoplasmes du Rotengle a été répétée plusieurs fois avec des résultats analogues.

» On voit que les Trypanosomes apparaissent au bout de 15 à 20 jours dans le sang des Poissons inoculés; les parasites se multiplient pendant 10

à 15 jours; leur nombre diminue ensuite plus ou moins rapidement. Aucun des animaux inoculés n'a montré, à l'examen du sang, des Trypanosomes en grand nombre, aucun n'est mort d'accidents pouvant être imputés aux Trypanosomes.

» C'est en examinant du sang recueilli pendant la période de multiplication des Trypanosomes, chez les animaux infectés artificiellement, que nous avons pu observer les formes de division des hématozoaires. Le sang étalé en couche mince, séché rapidement et fixé par l'alcool absolu, était coloré par le procédé qui a été préconisé par l'un de nous.

» *Formes de multiplication de* Trypanosoma Remaki. — Le Trypanosome qui va se diviser augmente un peu de volume, surtout en largeur. La division peut commencer par le noyau; le plus souvent c'est le centrosome qui se divise le premier.

» Le centrosome s'élargit, puis se divise en deux petites masses sphériques qui, accolées d'abord, ne tardent pas à se séparer; en même temps le flagelle se divise à sa base (partie aboutissant au centrosome) et ensuite dans toute sa longueur. Le noyau qui va se diviser s'allonge dans le sens du grand axe du Trypanosome, la chromatine s'accumule aux extrémités, enfin le noyau se divise en deux parties égales. On distingue, en général, dans le noyau mère et dans chacun des noyaux résultant de sa division, un gros granule de chromatine au milieu de granules plus petits.

» A un moment donné le Trypanosome présente deux noyaux, deux centrosomes, deux membranes ondulantes et deux flagelles; la division du protoplasme se fait alors rapidement.

» La division est presque égale, si bien que les Trypanosomes de nouvelle formation se distinguent difficilement des Trypanosomes plus anciens.

» Toutes les formes observées chez nos Brochets infectés artificiellement pouvaient être rapportées à la petite variété de *Tr. Remaki;* la longueur des éléments parasitaires en voie de division variait de 28^{μ} à 35^{μ}. Chez le Brochet qui a fourni le sang pour les inoculations on n'avait noté aussi que *Tr. Remaki* var. *parva*. Ces expériences ne tranchent pas la question de savoir si les petits et les grands Trypanosomes que l'on rencontre souvent simultanément dans le sang du Brochet appartiennent ou non à la même espèce, mais on peut espérer qu'on arrivera, par la voie expérimentale que nous avons ouverte, à résoudre cette question.

» *Formes de multiplication de* Trypanoplasma Borreli. — Les Trypanoplasmes sont toujours rares dans le sang des Rotengles infectés artificielle-

ment, comme dans le sang de ceux qui se sont infectés par les voies naturelles; l'observation des différents stades de la multiplication est, par suite, très difficile. Nous avons trouvé, dans le sang des Rotengles inoculés (expérience II, préparations du sang desséché et coloré), des formes en voie manifeste de division longitudinale; le noyau était complètement divisé en deux parties égales et les flagelles étaient divisés partiellement ou totalement (parties libres et partie bordant la membrane ondulante); nous croyons donc pouvoir conclure que la multiplication a lieu par bipartition.

» *Trypanosoma Remaki* et *Trypanoplasma Borreli* se multiplient, en somme, par division binaire égale ou subégale, comme le Trypanosome du Nagana, *Tr. Brucei*, dont nous avions étudié (¹) précédemment le mode de multiplication.

» Nos recherches démontrent, en outre, que les Trypanosomes d'un Poisson peuvent être facilement inoculés à un Poisson de même espèce; fait intéressant, puisqu'il rend possible l'étude expérimentale des Trypanosomes des Poissons.

» Il paraît résulter enfin de nos expériences que les Trypanosomes des Poissons ne sont pas pathogènes ou qu'ils ne le sont qu'à un bien faible degré. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° Les « Études et données sur l'hydrologie générale de la France, au point de vue de l'annonce des crues », publiées par M. *Georges Lemoine*, avec la collaboration de M. *Babinet* : « Bassins de la Garonne et de l'Adour ». (Présenté par G. Lemoine.)

2° Le « Bulletin de la Commission météorologique du département de la Haute-Garonne », t. I, 1er fascicule, 1901. (Présenté par M. Mascart.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur une hypothèse concernant l'origine des satellites.* Note de M. L. Picart, présentée par M. Callandreau.

« On s'est demandé à diverses reprises si les satellites des planètes ne peuvent avoir été à l'origine des petites planètes ou des comètes qui, se

(¹) *Soc. de Biologie*, 23 mars 1901, et *Annales de l'Institut Pasteur*, janvier 1902.

rapprochant de la grosse planète, auraient été maintenues dans son voisinage par son attraction.

» La question peut être tranchée facilement pour les satellites connus actuellement, si l'on néglige les excentricités des orbites des planètes principales. L'intégrale de Jacobi fournit, en effet, suivant une remarque de M. Hill, une condition suffisante de stabilité : si l'on a $\alpha^3 < \frac{k^2 m}{81 n^2}$, α désignant le demi-grand axe de l'orbite instantanée du satellite autour de la planète, k^2 la constante de Gauss, m la masse de la planète, n^2 son moyen mouvement, on peut affirmer que le mouvement est stable, c'est-à-dire que le satellite restera et est toujours resté dans le voisinage de la planète.

» Le calcul de ces quantités $\frac{k^2 m}{81 n^2}$ donne, pour les planètes qui ont des satellites, la distance moyenne de la Terre au Soleil étant prise pour unité :

Terre.	Mars.	Jupiter.	Saturne.	Uranus.	Neptune.
0,003369	0,002417	0,118376	0,144783	0,153704	0,312616

» Or les distances moyennes des satellites les plus éloignés de ces planètes sont respectivement :

Terre.	Mars.	Jupiter.	Saturne.	Uranus.	Neptune.
0,002572	0,000157	0,012583	0,023798	0,003914	0,002392

» Il est donc impossible que ces satellites aient été d'abord éloignés des planètes.

» Pour voir maintenant si un astre primitivement éloigné de la planète peut rester à son voisinage, prenons trois axes de coordonnées rectangulaires ayant pour origine le centre de la planète, l'axe des x étant dirigé du Soleil vers la planète, l'axe des z étant perpendiculaire au plan de l'orbite, et désignons par r la distance de l'astre à la planète; les équations du mouvement fournissent aisément la combinaison suivante :

$$\frac{1}{2}\frac{d^2(r^2)}{dt^2} - v^2 - 2n\left(x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt}\right)$$
$$+ \frac{k^2 m}{r} + \frac{k^2}{\rho} - n^2[(x-a)^2 + y^2] + a(x-a)\left(\frac{k^2}{\rho^3} - n^2\right) = 0;$$

a et ρ sont les distances de la planète et de l'astre au Soleil, et v est la vitesse relative de l'astre par rapport à la planète, donnée par l'intégrale

de Jacobi

$$\frac{v^2}{2} = \frac{k^2 m}{r} + \frac{k^2}{\rho} + \frac{n^2}{2}[(x-a)^2 + y^2] + h,$$

h étant une constante.

» Supposons que les puissances de $\frac{x}{a}, \frac{y}{a}, \frac{z}{a}$ d'ordre supérieur au second puissent être négligées dans ces équations; on aura

$$\frac{1}{2}\frac{d^2(r^2)}{dt^2} = 2n\left(x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt}\right) + \frac{k^2 m}{r} + 6n^2x^2 - 2n^2z^2 + 2C,$$

C étant la constante $h + \frac{3}{2}n^2a^2$, qui est égale à $-\frac{k^2 m}{\alpha}$.

» Il est impossible que le second membre de cette équation reste positif, si r reste très petit; en effet, à partir d'une certaine époque, $\frac{d(r^2)}{dt}$ serait constamment positif, et r augmenterait indéfiniment. Lorsque le mouvement est direct, ce qui est le cas de la grande majorité des satellites, l'expression $x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt}$ est positive; il est donc impossible que l'astre reste, par rapport à la surface

$$\frac{k^2 m}{\alpha} + 6n^2x^2 - 2n^2z^2 - \frac{2k^2 m}{\alpha} = 0,$$

du même côté que l'origine.

» Les points de cette surface les plus voisins de l'origine sont ceux où elle est percée par l'axe des z, et leur distance est donnée par l'équation

$$\frac{k^2 m}{z} - 2n^2z^2 - \frac{2k^2 m}{\alpha} = 0.$$

» Cette équation a une racine positive qui augmente quand α augmente. Nous laissons de côté le cas où α est plus petit que $\alpha_0 = \frac{k_2 m}{81 n^2}$, qui a été examiné précédemment; la racine positive de l'équation en z est donc plus grande que celle de l'équation

$$2z^2 + 2 \times 81\,\alpha_0^3 z - 81\,\alpha_0^3 = 0,$$

qui est elle-même plus grande que $\frac{\alpha_0}{3}$. En se reportant aux valeurs de α_0 données plus haut, on voit que, sauf pour la Terre, les valeurs de $\frac{\alpha_0}{3}$ sont

notablement supérieures aux distances moyennes des satellites aux planètes.

» On en conclut que, si un astre devenait satellite *à mouvement direct*, il ne pourrait rester à une distance de la planète égale à celle des satellites connus.

» La même conclusion s'applique aux satellites dont les orbites seraient inclinées d'un peu plus de 90° sur l'orbite de la planète, comme les satellites d'Uranus, puisque $x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt}$ est très petit.

» Mais cette discussion ne paraît pouvoir s'étendre aux satellites rétrogrades, la valeur moyenne de $x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt}$ étant de l'ordre de C. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur certains couples de surfaces applicables.* Note de M. Maurice Fouché.

« Je me propose de montrer que l'on peut trouver, sans autres intégrations que celles qui sont nécessaires pour déterminer deux courbes gauches dont on connaît la courbure et la torsion en fonction de l'arc, une infinité de couples de surfaces applicables jouissant de la propriété suivante : sur chaque surface d'un même couple existe un réseau conjugué dans lequel les lignes d'une famille sont planes, et les lignes planes d'une des deux surfaces s'appliquent sur les lignes conjuguées des lignes planes de l'autre.

» On peut, dans l'espace à quatre dimensions, déformer l'espace ordinaire avec conservation de l'élément linéaire; on obtient ainsi des variétés à trois dimensions qui peuvent être qualifiées de *développables*. Une variété développable à trois dimensions est l'enveloppe d'une variété plane mobile; on peut aussi la représenter par les quatre équations

$$(1) \qquad x_i = \xi_i + \alpha\xi_i' + \beta\xi_i'' \qquad (i = 1, 2, 3, 4),$$

ξ_i étant les coordonnées d'une courbe exprimées en fonction de l'arc u; ξ_i' et ξ_i'' les dérivées première et seconde de ξ_i; α et β deux variables indépendantes.

» L'élément linéaire se met sous la forme

$$ds^2 = \left(1 + \alpha^2\rho^2 - 2\beta\rho^2 + 2\alpha\beta\rho\frac{d\rho}{du} + \beta^2\varphi^2\right)du^2$$
$$+ 2(1-\rho^2)\,du\,d\alpha + 2\left(\alpha\rho^2 + \beta\rho\frac{d\rho}{du}\right)du\,d\beta + d\alpha^2 + \rho^2\,d\beta^2,$$

si l'on pose

$$\rho^2 = \xi_1''^2 + \xi_2''^2 + \xi_3''^2 + \xi_4''^2,$$
$$\varphi^2 = \xi_1'''^2 + \xi_2'''^2 + \xi_3'''^2 + \xi_4'''^2.$$

» Il ne change pas si l'on remplace la courbe ξ par une autre, à condition que ρ et φ conservent la même valeur. On applique la variété développable sur l'espace ordinaire, en annulant l'une des quatre coordonnées ξ_i et en conservant les valeurs de ρ et de φ. Or ρ est la courbure de la courbe ainsi obtenue et φ dépend de la courbure et de la torsion, ce qui montre bien que l'on a à chercher une courbe connaissant sa courbure et sa torsion en fonction de l'arc.

» Si l'on établit entre α et β une relation quelconque, on aura, dans l'espace à quatre dimensions, une surface qui sera entraînée par la déformation de la variété et donnera, dans l'espace ordinaire, une surface ayant même élément linéaire. Les lignes $u =$ const. seront des lignes planes, aussi bien dans l'espace à quatre dimensions que dans l'espace à trois dimensions.

» Cela posé, considérons, dans l'espace à quatre dimensions, la surface (S) qui résulte de l'intersection de deux variétés développables (V) et (V_1). Si l'on applique successivement sur l'espace ordinaire à trois dimensions les deux variétés (V) et (V_1), la surface (S) sera entraînée dans chacune des deux déformations et donnera, dans l'espace à trois dimensions, deux surfaces applicables (S_1) et (S_2).

» On peut représenter l'intersection de deux variétés développables par les équations

$$(2) \qquad x_i = \xi_i + \alpha\xi_i' + \beta\xi_i'' = \eta_i + \lambda\eta_i' + \mu\eta_i'' \qquad (i = 1, 2, 3, 4),$$

où ξ_i sont des fonctions de u, η_i des fonctions d'une autre variable indépendante v; ξ_i', ξ_i'', η_i', η_i'' leurs dérivées respectives premières et secondes, et α, β, λ, μ des fonctions de u et de v définies par les équations (2) elles-mêmes. On aura la surface (S_1) en remplaçant, dans les équations (1), les quatre coordonnées ξ par les trois coordonnées d'une courbe ordinaire ayant une courbure et une torsion définies comme il a été indiqué plus haut, ces coordonnées étant des fonctions de u, et en remplaçant aussi α et β par leurs valeurs tirées des équations (2). La surface (S_2) s'obtiendra de la même manière; mais les coordonnées ξ seront remplacées par des coordonnées η qui seront des fonctions de v; α et β devront être remplacées par les valeurs de λ et de μ tirées des équations (2). Les courbes $u =$ const.

sont planes sur la surface (S_1); sur la surface (S_2), ce sont les courbes $v = \text{const.}$

» Dans l'espace à quatre dimensions, les plans tangents en deux points infiniment voisins d'une surface n'ont, en général, pas d'autres points communs que le point de contact. Mais, si l'on considère une variété développable comme l'enveloppe d'une variété plane mobile, on trouvera aisément que, sur la surface (S), les plans tangents en deux points infiniment voisins de la courbe $u = \text{const.}$ se coupent suivant une droite qui est la tangente à la courbe $v = \text{const.}$ Cette propriété se conserve dans la déformation, parce que la condition qui l'exprime analytiquement ne dépend que de α et β. Il en résulte que, sur les deux surfaces (S_1) et (S_2), les lignes $u = \text{const.}$ et $v = \text{const.}$ sont conjuguées, comme nous l'avons annoncé.

» Les dérivées secondes disparaissent des formules (1), si l'on prend des variétés cylindriques ou coniques. Par exemple, en partant de deux variétés cylindriques hélicoïdales définies par les équations

$$\begin{aligned} x_1 &= a\cos u - \alpha a \sin u = b\cos v - \lambda b \sin v,\\ x_2 &= a\sin u + \alpha a\cos u = b\sin v + \lambda b\cos v,\\ x_3 &= (u+\alpha)\sqrt{1-a^2} = \mu,\\ x_4 &= \beta = (v+\lambda)\sqrt{1-b^2}, \end{aligned}$$

on trouve deux surfaces dont l'une a pour équations

$$\begin{aligned} x &= \frac{1}{a}\cos au - \frac{a\cos(u-v)-b}{\sin(u-v)}\sin au,\\ y &= \frac{1}{a}\sin au + \frac{a\cos(u-v)-b}{\sin(u-v)}\cos au,\\ z &= v\sqrt{1-b^2} + \frac{a-b\cos(u-v)}{\sin(u-v)}\sqrt{1-b^2}; \end{aligned}$$

les équations de l'autre s'obtiennent en permutant u et v et a et b.

» Si l'on fait $a = b$, les deux surfaces deviennent identiques, mais les variables u et v sont permutées. On a ainsi une surface applicable sur elle-même; mais il ne s'agit pas d'un simple déplacement, les lignes $u = \text{const.}$ et $v = \text{const.}$ n'étant pas égales; il faut réellement déformer la surface pour la réappliquer ensuite sur elle-même, de manière que les lignes $u = \text{const.}$ s'appliquent sur les lignes $v = \text{const.}$ »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des systèmes différentiels complètement intégrables.* Note de **M. E. Cartan**, présentée par M. É. Picard.

« Étant donné un système d'équations aux différentielles totales complètement intégrable

$$(1)\qquad \begin{cases} \omega_1 = a_1\,dx_1 + \ldots + a_n\,dx_n = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \omega_r = l_1\,dx_1 + \ldots + l_n\,dx_n = 0, \end{cases}$$

la considération des covariants bilinéaires des premiers membres et celle des *expressions différentielles intégrales* permettent d'arriver à des résultats très importants relatifs à l'intégration du système.

» I. Si $u_1, u_2, \ldots, u_r$ désignent r intégrales indépendantes du système, j'appelle *expression différentielle intégrale* une expression

$$\varpi = \alpha_1\,dx_1 + \ldots + \alpha_n\,dx_n$$

susceptible de se mettre sous la forme

$$\varpi = A_1\,du_1 + \ldots + A_r\,du_r,$$

les A étant des fonctions des u seulement. On verra immédiatement l'intérêt que présentent ces expressions intégrales d'après les remarques suivantes :

» 1° Si la transformation infinitésimale

$$Xf = \xi_1 \frac{\partial f}{\partial u_1} + \ldots + \xi_n \frac{\partial f}{\partial u_n}$$

laisse le système donné invariant, l'expression covariante

$$(X.\varpi) = \xi_1\alpha_1 + \ldots + \xi_n\alpha_n$$

est une intégrale du système (1);

» 2° Si l'on a un système de r expressions différentielles intégrales $\varpi_1, \varpi_2, \ldots, \varpi_r$ linéairement indépendantes et si U est une intégrale particulière quelconque de (1), les coefficients $U_1, \ldots, U_r$ de

$$dU \equiv U_1\varpi_1 + U_2\varpi_2 + \ldots + U_r\varpi_r$$

sont encore des intégrales de (1).

» II. Il existe une méthode générale d'intégration lorsqu'on connaît un système de r expressions différentielles intégrales indépendantes.

» On a d'abord le théorème suivant :

» *La condition nécessaire et suffisante pour que* $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_r$ *soient* r *expressions différentielles intégrales de* (1) *est que leurs covariants bilinéaires* $\omega'_1, \ldots, \omega'_r$ *puissent se mettre symboliquement sous la forme*

$$\omega'_i = \sum_{\lambda, \mu} C_{\lambda\mu i}\omega_\lambda\omega_\mu. \tag{2}$$

» Alors *les coefficients* $C_{\lambda\mu i}$ *sont des intégrales du système donné,* d'où l'on peut déduire d'autres intégrales par le procédé exposé plus haut (I), et ainsi de suite. Lorsque ce procédé ne donne plus aucune intégrale nouvelle et si $(r-s)$ est le nombre des intégrales indépendantes ainsi obtenues, en les égalant à des constantes arbitraires, il reste s expressions différentielles intégrales indépendantes, soit $\omega_1, \ldots, \omega_s$, et *pour le nouveau système les coefficients* $C_{\lambda\mu i}$ *sont des constantes* (fonctions des $r-s$ intégrales déjà trouvées).

» *On est donc ramené au cas où dans les formules* (2) *les coefficients* $C_{\lambda\mu i}$ *sont tous constants.* Dans ce cas *ces* r^3 *constantes déterminent une structure d'un groupe* G.

» Si Γ est un sous-groupe invariant de G, et si l'on s'est arrangé pour que les transformations infinitésimales de Γ soient $X_{h+1}f, \ldots, X_r f$, alors le système

$$\omega_1 = \omega_2 = \ldots = \omega_h = 0 \tag{3}$$

est complètement intégrable; $\omega_1, \ldots, \omega_h$ en sont des expressions différentielles intégrales, et les constantes correspondantes sont les constantes de la structure du groupe $G|\Gamma$ isomorphe à G. Si Γ est un sous-groupe invariant maximum, $G|\Gamma$ est simple. On voit que si l'on sait effectuer la décomposition de G en une série normale de sous-groupes, on aura ramené l'intégration du système donné à l'intégration successive de systèmes associés à des groupes simples. Mais il est à remarquer que si G_i et G_{i+1} sont deux sous-groupes consécutifs de la décomposition de G, la connaissance des intégrales du système associé au groupe simple $G_i | G_{i+1}$ permettra, en général, par des différentiations, d'avoir de nouvelles intégrales du système donné; d'une manière plus précise, on se ramènera à un système associé non pas à G_{i+1}, *mais au plus grand sous-groupe de* G_{i+1} *invariant dans le groupe total* G.

» Si ce groupe G est simple, l'intégration du système donné (1) se ramène à celle d'un système d'équations différentielles ordinaires, de type déterminé par la seule structure de G. Supposons, en effet, que nous connaissions un groupe particulier G de la structure donnée avec le nombre minimum de variables $z_1, z_2, \ldots, z_p$, soit

$$(4) \qquad Z_i f = \zeta_{i1} \frac{\partial f}{\partial z_1} + \ldots + \zeta_{ip} \frac{\partial f}{\partial z_p};$$

alors le système

$$(5) \qquad \begin{cases} dz_1 + \zeta_{11}\omega_1 + \ldots + \zeta_{r1}\omega_r = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ dz_p + \zeta_{1p}\omega_1 + \ldots + \zeta_{rp}\omega_r = 0 \end{cases}$$

est *complètement intégrable;* on peut l'intégrer par la méthode de Lie-Mayer, en posant par exemple

$$x_2 = t_2 x_1, \qquad \ldots, \qquad x_n = t_n x_1,$$

les t désignant des paramètres arbitraires. Si alors

$$(6) \qquad z'_i = f_i(z_1, \ldots, z_p; c_1, c_2, \ldots, c_r)$$

sont les équations finies du groupe, l'intégrale générale de (5) est donnée par les formules (6), où $c_1, c_2, \ldots, c_r$ sont r fonctions particulières de x_1, $x_2, \ldots, x_n$. *Ces r fonctions sont les intégrales cherchées du système* (1).

» On voit d'après cela que la connaissance de r expressions différentielles intégrales linéairement indépendantes permet de ramener l'intégration du système à celle d'une suite de systèmes de types déterminés.

» III. Il est un cas célèbre où l'on a immédiatement r expressions différentielles intégrales : *c'est celui où le système admet un groupe transitif à r paramètres* $(X_1 f, \ldots, X_r f)$, le déterminant (X_i, ω_j) étant différent de zéro. Alors si, ce qu'il est toujours possible d'obtenir, on a

$$(X_i, \omega_i) = 1, \qquad (X_i, \omega_j) = 0 \qquad (i \neq j),$$

ces r expressions différentielles sont intégrales et, de plus, les r^3 coefficients $C_{\lambda\mu i}$ correspondants sont les constantes de la structure du groupe donné. C'est la théorie connue de Lie sur les systèmes complets admettant un groupe donné.

» Je me propose, dans une prochaine Note, d'examiner le cas où l'on ne connaît pas un système de r expressions différentielles intégrales. »

MÉCANIQUE. — *Sur la rupture et le déplacement de l'équilibre.* Note de M. **Jouguet**, présentée par M. Jordan.

« I. Considérons un système matériel défini par sa température T et des variables α, β, λ, μ normales. Soient $\Omega(\alpha, \beta, \lambda, \mu)$ le potentiel externe, W la force vive, dP la transformation non compensée, u l'énergie interne considérée comme une fonction de α, β, λ, μ et de l'énergie s. Commençons par rappeler quelques formules de Gibbs :

(1) $$\mathrm{ET} = \frac{\partial u}{\partial s},$$

(2) $$d\Omega + du - \mathrm{ET}\,ds + d\mathrm{W} + \mathrm{ET}\,d\mathrm{P} = 0 \quad \text{(éq. des forces vives)}.$$

Convenons de représenter par une ou plusieurs lettres placées en indice après d, δ ou Δ les grandeurs qui restent constantes dans les différentiations indiquées par d, δ, Δ, et réservons d pour les modifications réelles. La condition d'équilibre est

(3) $$\delta_s(u + \Omega) = 0.$$

» Dans une modification adiabatique, $ds = d\mathrm{P}$ et (2) devient

(4) $$\Omega + u + \mathrm{W} = \text{const.}$$

Or, pour une telle modification issue d'un état d'équilibre, $du = \frac{\partial \varepsilon}{\partial s} ds > 0$. Si donc

(5) $$\delta_s^2(u + \Omega) > 0,$$

le raisonnement de Dirichlet, fait sur (4), prouve la stabilité de l'équilibre du corps enfermé dans une enveloppe imperméable à la chaleur.

» Particularisons les actions extérieures en prenant un système de volume V soumis à une pression p, *système dont nous négligerons l'inertie.* λ, μ sont alors les densités des phases. Supposons-les *sans viscosité*. Raisonnant comme M. Duhem (*Mécanique chimique,* Livre I, Chap. VI), on peut les éliminer de u et de $u + p\mathrm{V}$ qui deviennent respectivement les fonctions $\varepsilon(\alpha, \beta, \mathrm{V})$ et $\chi(\alpha, \beta, \mathrm{V})$ de Gibbs. On a

(1_a) $$\mathrm{V} = \frac{\partial \chi}{\partial p}, \qquad \mathrm{ET} = \frac{\partial \chi}{\partial s};$$

(1_b) $$p = -\frac{\partial \varepsilon}{\partial \mathrm{V}}, \qquad \mathrm{ET} = \frac{\partial \varepsilon}{\partial s};$$

et (2), (3) s'écrivent

$$(2_a)\qquad d_{s,p}\chi + \mathrm{ET}\, d\mathrm{P} = 0,$$

$$(2_b)\qquad d_{s,\mathrm{V}}\,\varepsilon + \mathrm{ET}\, d\mathrm{P} = 0,$$

$$(3_a)\qquad \delta_{s,p}\chi = 0,$$

$$(3_b)\qquad \delta_{s,\mathrm{V}}\,\varepsilon = 0.$$

» Supposons le système enfermé dans une enveloppe imperméable à la chaleur et, en outre, soit soumis à une pression constante, soit assujetti à garder un volume constant. Les conditions suivantes sont des conditions suffisantes de stabilité; nous les supposerons aussi nécessaires,

$$(5_a)\qquad \delta^2_{s,p}\chi > 0 \qquad (p \text{ constant}).$$

$$(5_b)\qquad \delta^2_{s,\mathrm{V}}\,\varepsilon > 0.$$

» On peut, avec ces formules, démontrer les théorèmes suivants rèlatifs à la rupture et au déplacement de l'équilibre dans les systèmes soumis à une pression normale et uniforme. Ces théorèmes sont des cas particuliers de la loi nommée par M. Le Chatelier : *opposition de la réaction à l'action*. Ils sont corrélatifs de ceux que M. Duhem a étudiés dans le Livre I (Chap. VIII-XI) de sa *Mécanique chimique*. C'est la méthode de cet auteur que nous suivrons.

» II. *Rupture de l'équilibre*. — 1° Variation adiabatique de pression. Soit un état d'équilibre stable ou non $\alpha, \beta, s, p, \chi$. Augmentons rapidement et adiabatiquement la pression de Dp. Les densités étant sans viscosité, une contraction à α, β sensiblement constants accompagne cette variation de pression, et ce phénomène adiabatique est à peu près isentropique. On peut donc considérer qu'on arrive à l'état α, β, s, $p + \mathrm{D}p$, χ'. A partir de là, le corps subit une transformation $d\alpha$, $d\beta$, ds, dp vérifiant (2_a). Donc $d_{s,p}\chi' < 0$. Mais, puisque $\alpha, \beta, s, p, \chi$ est un état d'équilibre, $d_{s,p}\chi = 0$. Donc

$$d_{s,p}\chi' - d_{s,p}\chi < 0 \qquad \text{ou} \qquad \int_p^{p+\mathrm{D}p}\left(\frac{\partial^2\chi}{\partial\alpha\,\partial p}\,d\alpha + \frac{\partial^2\chi}{\partial\beta\,\partial p}\,\alpha\beta\right)dp < 0.$$

» Or $\frac{\partial^2\chi}{\partial\alpha\,\partial p}\,d\alpha + \frac{\partial^2\chi}{\partial\beta\,\partial p}\,d\beta$, c'est la variation de volume $\Delta_{s,p}\mathrm{V}$ que produirait la modification $d\alpha$, $d\beta$ s'effectuant à s et p constants. Si Dp *est assez petit*, $\Delta_{s,p}\mathrm{V}$ garde le même signe de p à $p + \Delta p$ et l'on a

$$(6)\qquad \mathrm{D}p\,\Delta_{s,p}\mathrm{V} < 0.$$

» C'est un théorème corrélatif de celui de Robin, lequel s'applique à la rupture de l'équilibre par variation isothermique de pression.

» Les théorèmes suivants se démontrent tout à fait de même.

» 2° Variation adiabatique de volume DV. La modification $d\alpha$, $d\beta$ qui s'ensuit est telle que

$$\text{(7)} \qquad \mathrm{DV}\,\Delta_{s,\mathrm{V}}\,p > 0.$$

» 3° Addition de chaleur à pression constante. On augmente l'entropie de Ds. La modification qui s'ensuit est telle que

$$\text{(8)} \qquad \mathrm{D}s\,\Delta_{s,p}\mathrm{T} < 0 \qquad \text{ou encore} \qquad \mathrm{D}s\,\Delta_{\mathrm{T},p}\,s > 0.$$

» 4° Addition de chaleur à volume constant.

$$\text{(9)} \qquad \mathrm{D}s\,\Delta_{s,\mathrm{V}}\mathrm{T} < 0 \qquad \text{ou encore} \qquad \mathrm{D}s\,\Delta_{\mathrm{T},\mathrm{V}}\,s > 0.$$

» (8) et (9) sont corrélatifs de la loi de Moutier. Ils pourraient s'étendre au cas où les actions extérieures sont quelconques.

» III. *Déplacement de l'équilibre.* — Si l'équilibre est stable, sa rupture doit conduire un système sans inertie à un état d'équilibre voisin. Aussi les résultats ci-dessus se transforment-ils, dans ce cas, en théorèmes relatifs au déplacement de l'équilibre, exprimés par les mêmes relations (6), (7), (8), (9) dans lesquelles les D représentent alors des variations infiniment petites, et corrélatifs des théorèmes de MM. Le Chatelier et Van't Hoff. Pour interpréter ainsi (6) et (8), il faut supposer stable l'équilibre adiabatique isobare. Pour interpréter de même (7) et (9), il faut supposer stable l'équilibre adiabatique sous volume constant.

» Montrons, sur le cas particulier de (6), qu'on peut arriver directement à cette interprétation. α, β, s, p, χ et $\alpha + d\alpha$, $\beta + d\beta$, s, $p + \mathrm{D}p$, χ' sont deux points infiniment voisins d'une suite continue d'équilibres stables parcourue par le corps en restant dans une enveloppe imperméable à la chaleur. Donc $\delta_{s,p}\chi = \delta_{s,p}\chi' = 0$ et $\delta^2_{s,p}\chi > 0$. D'où

$$d\left(\frac{\partial\chi}{\partial\alpha}\right) = \frac{\partial^2\chi}{\partial\alpha^2}\,d\alpha + \frac{\partial^2\chi}{\partial\alpha\,\partial\beta}\,d\beta + \frac{\partial^2\chi}{\partial\alpha\,\partial p}\,\mathrm{D}p = 0,$$

$$d\left(\frac{\partial\chi}{\partial\beta}\right) = \frac{\partial^2\chi}{\partial\alpha\,\partial\beta}\,d\alpha + \frac{\partial^2\chi}{\partial\beta^2}\,d\beta + \frac{\partial^2\chi}{\partial\alpha\,\partial p}\,\mathrm{D}p = 0.$$

» Ajoutons après multiplication par $d\alpha$, $d\beta$. Il vient, vu (1_a),

$$\mathrm{D}p\,\Delta_{s,p}\mathrm{V} = -\,d^2_{s,p}\chi < 0.$$

» IV. Dans une prochaine Communication, nous montrerons, par des exemples, comment on peut utiliser les résultats précédents. »

ÉLECTRICITÉ. — *La décharge électrique dans la flamme.* Note de M. **Jules Semenov**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note précédente [1], j'ai décrit une série d'expériences sur la décharge électrique dans la flamme de gaz d'éclairage. J'ai dit que le transport de la matière par le courant de la décharge se fait dans un seul sens : du pôle positif vers le pôle négatif.

» Mais, dans certaines circonstances, notamment lorsque la distance entre la flamme et le pôle opposé est très petite, il y a un échange apparent de matière dans les deux sens. Ce fait est dû à des causes spéciales que je vais décrire. Mais il est nécessaire de préciser d'abord le rôle de la flamme dans la décharge. Reliée à un pôle de la machine électrostatique ou d'une bobine d'induction, la flamme présente tous les caractères d'une tige terminée en pointe. La tension électrique maxima est au sommet de la flamme. Il en résulte un accroissement de la vitesse du gaz. En conséquence, on voit la flamme se rétrécir et, si le diamètre du bec est suffisamment faible, on peut même constater, au moyen d'un manomètre, une diminution de pression dans l'intérieur du bec. C'est ainsi que, le diamètre du bec étant de $0^{mm},5$ et la pression du gaz avant la charge mesurant 2^{cm} d'eau, le manomètre accuse une dépression de 2^{mm} à 3^{mm} pendant la charge (avec une bobine d'induction donnant des étincelles de 20^{cm}).

» En même temps, apparaissent des aigrettes à l'extrémité de la flamme. L'aigrette positive affecte la forme d'un mince filet de 1^{cm} de longueur, servant de pied à un panache long de plusieurs centimètres; l'aigrette négative n'a pas de pied, ses ramifications commençant immédiatement à sa sortie de la flamme. L'augmentation de la vitesse du gaz dans la flamme est assez considérable pour que celle-ci s'éteigne dès qu'on réduit sa hauteur à moins de 2^{cm}. La flamme une fois éteinte, la pression du gaz dans le bec revient à sa valeur primitive. En général, le courant d'air produit par la tension électrique à l'extrémité d'un tube métallique très fin ne se manifeste qu'autour du tube. A l'intérieur du tube l'air reste au repos. C'est également cet air extérieur à la flamme chargée d'électricité qui, entraînant la flamme, produit une dépression dans le bec. Ainsi donc, quand on fait passer la décharge d'une bobine entre une flamme et une

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1199.

pointe, on a un phénomène presque équivalent à une décharge électrique entre deux pointes placées dans un courant d'air très chaud, qui se dirigerait d'une pointe à l'autre, facilitant de la sorte la décharge dans un sens déterminé. Dans ces conditions, la flamme ferait office d'une soupape électrique. En effet, pour une flamme haute de 3^{cm} et située à 2^{cm} au-dessous de la pointe, l'étincelle équivalente entre deux boules en cuivre, dans les conditions ordinaires de pression et de température, sera de 3^{mm} quand la flamme est négative et de 5^{mm} quand la flamme est positive.

» Lorsque la distance entre la pointe et la flamme est assez grande pour empêcher l'étincelle de se produire, les aigrettes se montrent sur les deux pôles de la façon habituelle; de chaque pôle part un courant gazeux. Si l'on rapproche les pôles, les aigrettes sont remplacées par une étincelle : c'est le courant gazeux du pôle positif qui se transforme alors en étincelle. Près du pôle positif, au voisinage immédiat de la pointe, le courant aérien persiste, mais autour de l'étincelle il n'y en a plus trace : il est complètement absorbé par l'étincelle. Cette transformation du courant gazeux positif en étincelle se fait d'une façon continue.

» En employant un tourniquet électrique comme pôle positif, on constate que la vitesse de rotation du tourniquet diminue graduellement au fur et à mesure du rapprochement des pôles, et qu'au moment où les aigrettes se transforment en étincelle la vitesse de rotation n'accuse aucun changement brusque tant soit peu appréciable. Il en résulte que l'étincelle continue à agir sur le tourniquet de la même façon et dans le même sens que le faisait le courant gazeux; elle n'est donc autre chose que ce courant gazeux positif condensé. Ce fait explique le transport de matière du pôle positif au pôle négatif, le long de l'étincelle.

» Quant au courant gazeux négatif, il persiste, mais ne prend pas part à la formation de l'étincelle.

» Étant donné que la décharge dans la flamme permet de réaliser une étincelle épaisse, longue de plusieurs centimètres et de position fixe, il devient facile, en combinant de diverses façons la disposition expérimentale, de constater l'existence du courant gazeux négatif et d'en déterminer la direction et la forme.

» Je fais éclater l'étincelle entre deux pointes placées sur une même ligne horizontale, la distance explosive étant de 3^{cm}. Entre ces deux pointes, au milieu de la distance explosive, est intercalée une petite flamme dont la hauteur est réglée de façon que son sommet se trouve à peu près au niveau des pointes. Une des pointes est en communication métallique avec le bec. Au moment du passage de l'étincelle, le sommet de la flamme s'infléchit brusquement vers la pointe positive, à angle droit avec le reste de la flamme demeurant vertical. Lorsqu'on diminue graduellement la hauteur de la

flamme, la partie infléchie diminue d'étendue; enfin, toute la flamme reste en dehors de l'action du courant d'air.

» En expérimentant de la sorte, j'ai pu constater que le courant d'air provenant du pôle négatif se dirige en ligne droite vers le pôle positif, c'est-à-dire dans le sens contraire à l'étincelle; il forme une gaine mobile, parallèle à l'étincelle et dont l'épaisseur, dans l'expérience décrite, était de 6^{mm} à 7^{mm}, l'épaisseur de l'étincelle elle-même ne dépassant pas 4^{mm}.

» Cette gaine mobile n'est pas localisée à un seul côté de l'étincelle : elle l'entoure en forme de cylindre, comme permettent de le constater les expériences suivantes :

» L'étincelle jaillit entre une pointe et un bec formé d'un faisceau de tubes en cuivre, tous de même longueur et de même diamètre ($0^{mm},5$). Cette disposition présente cet avantage que la flamme est large et que l'étincelle sort de son intérieur, quand le bec est pôle positif. Dans ce cas, le courant aérien, arrivant du pôle négatif dans le sens contraire au courant gazeux, vient abattre la flamme. Aussi voit-on la flamme, au lieu de se diriger vers le haut, descendre suivant les parois du bec, comme le ferait un liquide sous faible pression, et former sur le bec une sorte de couvercle de feu. De son milieu émerge l'étincelle entraînant avec elle une faible partie de la flamme. La combustion devient incomplète; une forte quantité de charbon se dépose sur la partie supérieure du bec. Lorsque la flamme est négative, l'étincelle se termine toujours sur le bord du bec. Comme le courant d'air négatif est dirigé dans le même sens que la flamme, cette dernière ne subit aucune modification.

» Les changements du dispositif expérimental ne modifient que l'aspect extérieur et non la nature même du phénomène que nous venons de décrire et qu'on peut résumer ainsi qu'il suit :

» Le courant d'air positif engendre l'étincelle qui, nécessairement aboutit au pôle négatif et transporte la matière du pôle positif au pôle négatif;

» Le courant d'air négatif sert d'enveloppe extérieure à l'étincelle; il atteint le pôle positif si l'étincelle est rectiligne; il n'atteint pas ce pôle si l'étincelle est curviligne. »

PHYSIQUE. — *Sur les effets électrostatiques d'une variation magnétique.* Note de M. V. Crémieu, présentée par M. Lippmann.

« Dans les précédents *Comptes rendus*, M. Carvallo a montré que, dans l'interprétation nouvelle qu'il a donnée de la théorie de Maxwell, le résultat

négatif d'une expérience que j'ai publiée antérieurement ([1]) ne serait pas en désaccord avec cette théorie.

» Dans cette expérience, il s'agissait de faire tourner un anneau métallique coupé en deux et chargé électrostatiquement, à l'aide du champ électrique créé, en chaque point de l'espace, par les variations d'un solénoïde électromagnétique dont la section est concentrique de l'anneau.

» M. Carvallo dit : Au voisinage immédiat de la surface de séparation de l'anneau métallique et du diélectrique, la composante tangentielle de la force électrique induite par les variations magnétiques est négligeable, par suite de la présence même de l'anneau conducteur. Tout se passe dans les coupures, et celles-ci sont disposées de telle façon qu'il ne peut y avoir aucun effet sur la charge électrostatique préalablement donnée à l'anneau; par suite, aucun mouvement de cet anneau. Et M. Carvallo ajoute : « Pour avoir un couple moteur notable, il faudrait avoir de » fortes charges préalables aux coupures que présente le demi-anneau. Le moyen de » les obtenir est de remplacer le couple de demi-anneaux par un seul demi-anneau, » ou par un secteur, et l'on n'a aucun intérêt à augmenter l'angle d'ouverture de ce » secteur. »

» Ceci m'amène à publier, avec plus de détails, des expériences que j'ai seulement signalées en quelques lignes dans ma Thèse (p. 30), et qui ont été faites avant celle que M. Carvallo mentionne aujourd'hui :

» Une tige cylindrique AA, faisant partie d'un circuit magnétique fermé ASSA, excité par les bobines II, a été percée axialement d'un trou cylindrique dans lequel passe un tube métallique léger TT, supporté par un fil métallique fin F et maintenu par un fil de cocon F'.

» Des ouvertures convenables percées dans AA permettent de fixer en O, au milieu de TT, six petites tiges horizontales OO'. Au bout de ces tiges on a fixé, pour une série d'expériences, six sphères métalliques de 15^{mm} de diamètre, et pour d'autres séries six secteurs métalliques plans de 20^{mm} de largeur et correspondant à un angle d'environ 20 degrés.

» Les sphères, chargées à l'aide du fil F, auraient dû recevoir une impulsion soit à la fermeture, soit à la rupture du courant dans les bobines II. Une méthode de répétition permettait de transformer ces impulsions en déviations permanentes. J'ai même employé du courant alternatif dont une déviation excitait les bobines, et une autre circulait dans le primaire d'une bobine de Ruhmkorff dont le secondaire servait à charger les sphères BB.

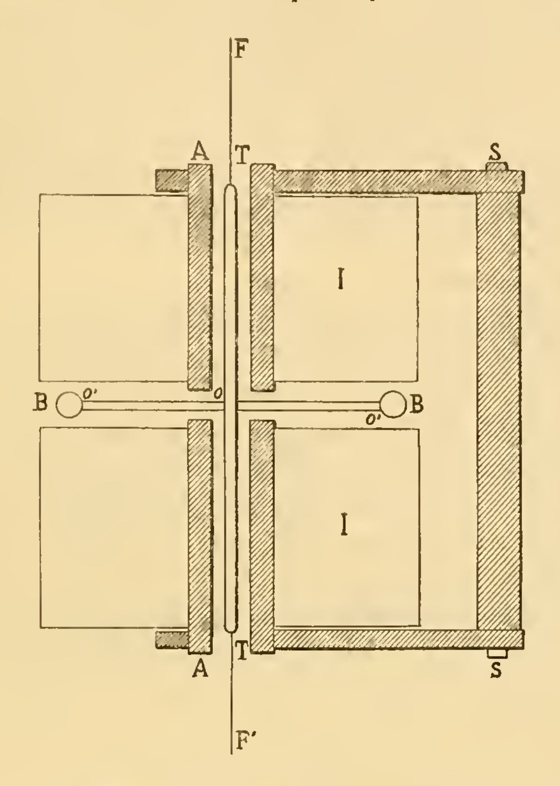
» Dans toutes ces séries, qui ont demandé, du reste, plusieurs mois

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 578, et CRÉMIEU, *Thèse*, première Partie. Gauthier-Villars, mai 1901.

d'expérimentation, j'ai eu constamment des résultats négatifs, alors que les effets calculés étaient très appréciables.

» C'est en croyant augmenter encore la grandeur de ces effets, et pour éviter des perturbations électrostatiques qui rendaient les expériences



assez difficiles, que j'ai construit le dispositif que critique M. Carvallo; c'est parce que je le considérais comme le meilleur que je l'ai seul décrit avec détail, me bornant à signaler les autres.

» Je me crois donc en droit de maintenir mes conclusions antérieures, relatives à la non-existence des forces électriques créées dans les diélectriques par des variations magnétiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une perturbation magnétique, observée à Athènes le* 8 *mai* 1902. Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. Lœwy.

« Une perturbation magnétique, très sensible, affectant principalement la composante horizontale, un peu moins la déclinaison et excessivement

peu la composante verticale, fut observée, le 8 mai, sur les courbes des enregistreurs magnétiques (système Mascart) installés depuis 1899 à l'Observatoire d'Athènes; elle a commencé à $1^h 35^m$ et continué jusqu'à environ $9^h 30^m$ (temps moyen astronomique d'Athènes). C'est la même perturbation que celle qui s'est manifestée à Paris, suivant la Communication de M. Th. Moureaux à l'Académie (12 mars 1902), de midi 6^m jusqu'à 8^h du soir (t. m. de Paris), soit en même temps qu'à Athènes.

» La catastrophe de la Martinique aurait eu lieu le même jour vers 8^h du matin (t. local), soit vers $1^h 40^m$ (t. m. d'Athènes); l'éruption de la Montagne Pelée coïnciderait donc avec les troubles indiqués par nos appareils magnétiques.

» Mais si cette perturbation a, en effet, quelque rapport avec l'éruption volcanique en question, elle ne peut provenir que d'une cause purement magnétique ou électrique, et non pas d'une transmission mécanique des secousses sismiques, qui doivent avoir accompagné ce grand phénomène géologique. En effet, notre sismographe (système Agamemnone) n'a montré, pendant le même temps, absolument aucune agitation, tandis qu'il nous a donné jusqu'ici des traces très nettes d'un grand nombre de tremblements de terre très faibles, alors que les courbes magnétiques ne montraient pas la moindre agitation.

» Il en résulte donc, vu aussi la *simultanéité* du phénomène à Paris et à Athènes, que cette perturbation doit être de nature magnétique ou électrique. »

THERMOCHIMIE. — *Polymérisation et chaleur de formation de l'oxyde de zinc.* Note de M. de Forcrand.

« La chaleur de formation de l'oxyde de zinc ([1]) a été mesurée directement par Dulong et par Andrews, qui ont obtenu

$$+84^{Cal},37 \quad \text{et} \quad +86^{Cal},93.$$

» Favre et Silbermann ont opéré indirectement, en dissolvant séparé-

([1]) Les différents auteurs qui se sont occupés de cette question ont adopté pour le poids atomique du zinc des nombres variables, de 64 à 66. L'écart étant de 3 pour 100, les comparaisons sont difficiles ou incertaines. Aussi j'ai dû corriger les nombres publiés par eux en les rapportant uniformément à 65, qui paraît bien être le poids atomique du zinc.

ment le métal et l'oxyde (préparé par combustion) dans un acide dilué. Ils ont trouvé

$$+84^{Cal},22 \text{ (acide sulfurique)} \quad \text{et} \quad +84^{Cal},98 \text{ (acide chlorhydrique).}$$

» Par une méthode analogue, Marignac a obtenu $+85^{Cal},27$, et il ajoute que ce nombre est le même pour l'oxyde anhydre provenant de la déshydratation de l'oxyde précipité, quelle que soit la température à laquelle il a été porté.

» Cependant M. Ditte a trouvé des résultats très différents suivant le mode de préparation de l'oxyde et la température à laquelle a été soumis l'oxyde précipité. Ainsi il a trouvé, pour la chaleur de dissolution dans SO^4H^2 étendu,

$+19,34^{Cal}$	ZnO provenant de la calcination du nitrate au rouge sombre ;
$+19,77$	ZnO provenant de l'hydrate précipité desséché à 350° pendant 4 heures ;
$+22,04$	ZnO provenant de l'hydrate précipité au rouge sombre pendant quelques instants ;
$+24,27$	ZnO provenant de l'hydrate précipité au rouge blanc pendant 1 heure ;
$+24,27$	ZnO provenant de la calcination du nitrate au rouge blanc pendant 1 heure,

tandis que la dissolution de Zn dans le même acide lui avait fourni $+38^{Cal},54$ (1), ce qui donnerait respectivement, pour la chaleur de formation de ces cinq variétés d'oxyde de zinc,

$$+88^{Cal},30, \quad +87^{Cal},77, \quad +85^{Cal},50, \quad +83^{Cal},27, \quad +83^{Cal},27,$$

d'où il résulterait que, si la transformation que subit l'oxyde, lorsqu'on le chauffe à une température de plus en plus élevée, est une polymérisation, ce qui est conforme aux analogies, ce phénomène serait *endothermique*.

» Quoi qu'il en soit, on voit que les nombres publiés varient de $+83^{Cal},28$ à $+88^{Cal},20$. L'écart est de près de 5^{Cal}. De sorte que, lorsqu'on a besoin de ces résultats, soit pour le calcul des piles dont le zinc fait partie, soit pour raisonner certaines réactions métallurgiques, on se trouve en présence d'une incertitude fort gênante.

---

(1) Ces expériences de M. Ditte ont été effectuées avec le calorimètre à mercure. Voir *Comptes rendus*, t. LXXII et LXXIII.

» J'ai repris ces déterminations, dans le but d'élucider la constitution des hydrates du peroxyde de zinc que j'ai fait connaître récemment.

» J'ai d'abord dissous du zinc pur dans l'acide sulfurique étendu ($98^{g} = 4^{l}$), ce qui m'a donné $+ 39^{Cal},31$, nombre assez voisin de celui de M. Ditte.

» Puis j'ai dissous, dans le même acide, des échantillons d'oxyde de zinc pur et anhydre préparé par quatre méthodes différentes :

» 1° ZnO produit par la déshydratation de l'hydrate *cristallisé* $Zn(OH)^2$ obtenu lui-même par la méthode de Runge et étudié plus tard par J. Nicklès ([1]).

» Cet oxyde devient anhydre par dessiccation à 125° dans un courant d'air sec. Il est blanc à froid.

» Sa chaleur de dissolution dans SO^4H^2 étendu est

$$+ 27^{Cal},92.$$

» 2° ZnO produit par la décomposition de l'azotate.

» Il n'est pas nécessaire de chauffer l'azotate au rouge sombre. Vers 300°, au bout de 2 heures, dans un courant d'air sec, on obtient l'oxyde anhydre pur. Je l'ai cependant maintenu encore pendant 4 heures à 350° dans le courant d'air. Il est jaune verdâtre à froid et cristallin.

» Sa chaleur de dissolution dans l'acide est

$$+ 25^{Cal},23.$$

» 3° ZnO provenant de la déshydratation de l'hydrate précipité à froid au moyen de la potasse et d'une dissolution d'un sel de zinc.

» Ici j'ai rencontré des particularités inattendues, sur lesquelles je reviendrai.

» Cet hydrate, sans doute fortement polymérisé, retient environ 8 pour 100 d'eau ($ZnO + 0,39\,H^2O$) lorsqu'on le chauffe pendant plusieurs heures entre 350° et 400° dans un courant d'air sec; même au rouge il en garde encore des traces, et ne devient anhydre qu'à la température de la lampe d'émailleur, maintenue pendant plusieurs minutes. Dans cet état, sa chaleur de dissolution dans l'acide sulfurique étendu est de $+ 23^{Cal},91$. Ce nombre est très voisin de celui obtenu par M. Ditte ($+ 24^{Cal},27$) dans les mêmes conditions.

» 4° ZnO produit par la combustion du zinc dans l'oxygène. Cet oxyde se dissout dans l'acide en dégageant $+ 23^{Cal}$. Il est d'ailleurs certain qu'il a été porté à une température plus élevée que le précédent au moment de sa formation.

» Ainsi les quatre nombres obtenus vont nettement en décroissant :

$$+ 27^{Cal},92, \qquad + 25^{Cal},23, \qquad + 23^{Cal},91, \qquad + 23^{Cal},51$$

à mesure que la température à laquelle ils ont pris naissance s'élève.

» Connaissant la chaleur de dissolution de Zn dans l'acide ($+ 39^{Cal},21$),

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXII, 1853, p. 31.

il est facile d'en déduire la chaleur de formation des oxydes :

$$+80^{Cal},29, \quad +82^{Cal},98, \quad +84^{Cal},30, \quad +84^{Cal},70$$

à partir de Zn solide et de O gaz.

» Les deux derniers nombres sont extrêmement voisins de ceux de Dulong et de Favre et Silbermann, lesquels se rapportent aussi à des oxydes préparés à haute température (par combustion).

» On voit en outre que la série n'est plus décroissante, mais croissante. Si donc on admet, ce qui est très vraisemblable et conforme aux analogies, que l'oxyde se polymérise lorsqu'on le chauffe, ce phénomène est *exothermique*. Il n'est d'ailleurs pas réversible, et l'oxyde chauffé au rouge vif, puis refroidi, donne le même nombre et conserve un état de polymérisation stable, même si on le refroidit lentement et si on le conserve longtemps.

» Cette polymérisation dégage $+84^{Cal},70 - 80^{Cal},29$, soit $+4^{Cal},41$. »

CHIMIE. — *Combinaisons de l'hydrogène sulfuré avec le chlorure d'aluminium anhydre.* Note de M. E. **Baud**.

« Wöhler [1] a déjà montré que le chlorure d'aluminium anhydre, sublimé dans un courant d'hydrogène sulfuré, retenait une certaine quantité de ce gaz. Mais le produit obtenu n'avait pas été analysé. J'ai repris cette étude, dans le but de savoir si les combinaisons sulfhydriques du chlorure d'aluminium seraient comparables aux hydrates et aux composés ammoniacaux.

» J'ai d'abord répété l'expérience de Wöhler, en chauffant du chlorure d'aluminium pur et anhydre dans une cornue suivie d'un ballon tubulé. Cet appareil était traversé par un courant assez rapide de gaz sulfhydrique, parfaitement desséché.

» Dans ces conditions, il se sublime dans le col de la cornue de petites lamelles nacrées contenant de 0,1 à 0,3 H^2S pour Al^2Cl^6, tandis qu'il se condense dans le ballon tubulé une masse fondue, plus riche en hydrogène sulfuré et de composition variable. La combinaison paraît donc avoir lieu entre le gaz sulfhydrique et la vapeur de chlorure d'aluminium ; elle se dépose dans les parties froides, tandis que dans les parties chaudes elle se dissocie ; mais ce procédé ne donne pas de composés définis.

» D'après Wöhler, le chlorure d'aluminium n'absorberait pas le gaz, à la température ordinaire. En réalité, l'absorption a lieu, mais elle est très lente. Au bout de 6 heures, il se fixe seulement environ $\frac{1}{3}$ H^2S pour Al^2Cl^6.

» Si l'on refroidit le chlorure, la quantité fixée n'augmente pas sensiblement. Il faut aller jusqu'à la température de liquéfaction du gaz pour obtenir des résultats constants.

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XXXVII, 1828, p. 69.

» *Action de* H^2S *liquide*. — L'hydrogène sulfuré parfaitement desséché est dirigé dans un tube contenant le chlorure d'aluminium. Ce tube plonge dans un mélange de neige carbonique et d'acétone contenu dans une éprouvette à double enveloppe vide et donnant une température de — 70°. Le gaz se liquéfie.

» Lorsque le chlorure est bien baigné par le liquide, on laisse la température s'élever lentement. Le liquide n'entre en ébullition que vers — 54°, tandis que le point d'ébullition véritable est — 61°,6 [1].

» Cette élévation du point d'ébullition peut être attribuée à la dissolution d'une certaine quantité du chlorure dans le liquide, ou à la formation d'une combinaison. On constate, en effet, très nettement que le liquide abandonne par ébullition, sur les parois du tube, un composé cristallin blanc, présentant l'aspect de feuilles d fougères.

» Lorsque le liquide a entièrement disparu, le thermomètre marquant alors — 45°, on obture l'orifice d'arrivée du gaz et l'on met en communication le tube de sortie avec une éprouvette graduée, renversée sur la cuve à mercure. On laisse réchauffer l'appareil et, lorsqu'on a atteint la température ambiante, on constate qu'il s'est dégagé un volume de gaz correspondant à H^2S pour Al^2Cl^6 employé, et que la décomposition est terminée.

» J'ai répété plusieurs fois cette expérience et j'ai trouvé constamment de 0,9 à 1 H^2S, ce qui montre qu'il existe une combinaison qui se décompose vers — 45° en abandonnant 1^{mol} de H^2S.

» En outre, si, après ce premier départ de 1^{mol}, on pèse le tube, on constate que l'augmentation de poids correspond exactement à une seconde molécule de H^2S, qui reste fixée sur le chlorure d'aluminium à la température ordinaire.

» Comme contrôle, on dose l'hydrogène sulfuré par la liqueur titrée d'iode dans ce nouveau composé.

» Dans l'action de l'hydrogène sulfuré liquide, il se forme donc : 1° un composé Al^2Cl^6, H^2S stable à la température ordinaire; 2° un composé $Al^2Cl^6, 2H^2S$ dissociable vers — 45°.

» Enfin, il est possible que la dissolution de Al^2Cl^6 dans H^2S liquide contienne une combinaison plus riche en hydrogène sulfuré.

» Al^2Cl^6, H^2S, qui est stable à la température ordinaire, ne se forme donc que dans certaines conditions d'état physique des corps réagissants.

» Il faut que le chlorure soit gazeux, comme dans l'expérience de Wöhler; ou bien, si l'on part du chlorure sublimé tel qu'on l'obtient ordinairement, il faut que l'hydrogène sulfuré soit liquide. Enfin, le chlorure d'aluminium qui a subi l'action de l'acide chlorhydrique liquide, sans cependant former de combinaison avec ce corps, fixe directement un H^2S à la température ordinaire.

» *Étude thermique de* Al^2Cl^6, H^2S. — Si l'on verse ce produit dans l'eau

---

(1) De Forcrand et Fonzes-Diacon, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXVI, p. 265.

du calorimètre, il se dégage d'épaisses fumées d'acide chlorhydrique et l'on perd une grande partie de H^2S. Il en est à peu près de même si l'on place le corps dans une ampoule que l'on brise sous l'eau. J'ai dû opérer de la façon suivante :

» La matière a été introduite dans une ampoule en verre mince portant une petite soufflure, pour en faciliter la rupture, et fermée à la lampe. Cette ampoule a été placée dans un ballon en verre contenant 100^{cm^3} d'eau et également scellé à la lampe. Le système a été mis dans l'eau du calorimètre et, au moyen de quelques secousses, l'ampoule intérieure a été brisée.

J'ai ainsi trouvé, pour chaleur de dissolution........ $+ 150^{Cal},56$

ce qui donne, pour chaleur de formation,

H^2S gaz + Al^2Cl^6 solide = Al^2Cl^6, H^2S solide........ $+ \quad 9^{Cal},45$

» Ce corps a une tension de dissociation égale à 760^{mm} vers $+60°$, soit 333° absolus. Si l'on applique la loi de Trouton, modifiée par M. de Forcrand, on trouve $\frac{Q}{333} = 30$, d'où $Q = 9^{Cal},99$, nombre qui concorde bien avec le résultat expérimental. »

CHIMIE. — *Sur les alliages de cadmium et de magnésium.* Note de M. O. **Boudouard**, présentée par M. Troost.

« Dans de précédentes Notes [1], j'ai étudié les alliages d'aluminium et de magnésium au point de vue de leur fusibilité et décrit les combinaisons définies formées par ces deux métaux. J'ai poursuivi ces recherches relatives aux alliages du magnésium par l'étude de ceux qu'il forme avec le cadmium : ce sont les résultats de cette étude que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie [2].

» *Fusibilité.* — Étant donné le point de fusion peu élevé du cadmium, j'ai pu employer, pour étudier la fusibilité des alliages de magnésium et de cadmium, un procédé semblable à celui que j'ai décrit à propos des alliages d'aluminium et de magnésium. Voici les résultats obtenus :

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1325; t. CXXXIII, p. 1003.

(2) Parkinson, en fondant dans un courant d'hydrogène du cadmium avec 10 pour 100 de magnésium, a obtenu un métal blanc d'argent, brillant, aussi cassant et aussi dur que le magnésium. Ce métal, grossièrement cristallisé, se ternit rapidement; au bout de 3 mois, quoique conservé dans un tube fermé, il se brise en petits morceaux (*Chemical Society*, 2e série, t. V, p. 117).

Cd pour 100 en poids.	Mg pour 100 en poids.	Températures.
100	»	320°
90	10	410
85	15	500
80	20	440
75	25	400
70	30	480
60	40	525
55	45	565
50	50	560
40	60	575
30	70	590
20	80	635
10	90	650
»	100	635

» Si l'on construit la courbe, en portant en abscisses les proportions en poids de magnésium et en ordonnées les températures, on remarque que cette courbe présente trois maxima (500°, 565° et 650°) et deux minima (400° et 560°). Le dernier maximum montre que la combinaison correspondante est moins fusible que chacun des deux constituants. Des faits semblables ont déjà été signalés par MM. Roberts-Austen (or-aluminium), H. Gautier (antimoine-aluminium) et Lebeau (antimoine-lithium).

» Les trois points maxima mettent en évidence l'existence de trois combinaisons définies : $CdMg$, $CdMg^4$ et $CdMg^{30}$.

» *Métallographie microscopique.* — La préparation des surfaces polies des divers alliages examinés présente des difficultés dues à leur faible dureté: il est difficile, pour ne pas dire impossible, d'arriver à un polissage parfait. Quelquefois, au défaut de dureté s'ajoute la facilité avec laquelle les alliages sont attaqués par l'eau.

» Les procédés d'attaque ont extrêmement varié. D'une manière générale, les acides minéraux, même très étendus (jusqu'à 1 pour 1000), agissent très énergiquement pendant des temps très courts, et à l'attaque proprement dite s'ajoute une oxydation superficielle qui rend difficile la reproduction photographique. Cependant, en polissant partiellement les surfaces polies ainsi attaquées, on obtient des résultats satisfaisants. Le chlorhydrate d'ammoniaque m'avait donné de bonnes préparations avec les alliages de magnésium et d'aluminium : il n'en a pas été de même avec ceux de cadmium et de magnésium. L'attaque par le courant électrique a été employée avec succès.

» En faisant varier les proportions de magnésium de 0 à 100, j'ai préparé une série de neuf échantillons qui ont été examinés au microscope Le Chatelier.

» L'acide nitrique à 5 pour 100 décèle l'existence, dans l'échantillon 90 Cd — 10 Mg, de magnifiques dendrites ayant quelques millimètres de longueur; ils sont visibles, même à l'œil (combinaison CdMg); pour obtenir une photographie, il convient de polir partiellement l'échantillon ainsi attaqué. Par simple polissage en bas-relief sur un drap humide, le culot 50 Cd — 50 Mg laisse apparaître une cristallisation très nette (combinaison $CdMg^4$). Enfin si, après avoir poli l'échantillon 10 Cd — 90 Mg, on le lave à l'eau, on obtient des contours polygonaux très irréguliers, qui deviennent plus nets par une attaque dans le chlorure de sodium à 10 pour 100 sous l'action du courant électrique (combinaison $CdMg^{30}$).

» *Combinaisons définies.* — Il m'a été difficile d'isoler les combinaisons définies de cadmium et de magnésium. Les acides minéraux employés à des concentrations varient de 20 pour 100 à 1 pour 1000; l'acide acétique à 10 pour 100, le chlorhydrate d'ammoniaque à 10 pour 100 ne m'ont donné aucun résultat satisfaisant pour les combinaisons CdMg et $CdMg^4$.

» 1° CdMg. — La composition centésimale théorique de cet alliage correspond à 82,1 de cadmium et 17,9 de magnésium.

» Si l'on attaque le culot métallique 25 Mg — 75 Cd par le chlorhydrate d'ammoniaque à 1 pour 100, à froid, en même temps qu'il se produit un dégagement gazeux, il se sépare une poudre cristalline, d'un gris métallique, que l'on recueille et qui donne à l'analyse :

Cd..................	81,2	83,3
Mg..................	18,7	17,0

» 2° $CdMg^4$. — La composition centésimale théorique de cet alliage correspond à 53,5 de cadmium et 46,5 de magnésium.

» Le meilleur procédé permettant d'isoler la combinaison $CdMg^4$ consiste à traiter le culot métallique 50 Cd — 50 Mg par le chlorhydrate d'ammoniaque à 1 pour 100. L'attaque peut se faire à froid ou à chaud : on obtient une poudre cristalline. L'analyse donne les résultats suivants :

Cd...........	54,8	51,0	53,5	52,65
Mg...........	45,3	48,8	46,4	47,25

» 3° $CdMg^{30}$. — La composition centésimale théorique de cet alliage correspond à 13,2 de cadmium et 86,8 de magnésium.

» Tous les essais tentés pour isoler la combinaison définie $CdMg^{30}$ sont restés infructueux; les résultats donnés par l'analyse ont varié suivant le mode d'attaque :

		Cd.	Mg.
1° Attaque du culot 90 Mg — 10 Cd par AmCl	1 pour 100.	37,8	62,1
2° »	1 pour 100.	26,4	73,4
3° »	10 pour 100.	98,0	2,0
4° Attaque du culot 70 Mg — 30 Cd par HCl	5 pour 100.	64,7	35,3
5° »	5 pour 100.	59,6	40,3

» L'apparition du point maximum de la courbe de fusibilité peut s'expliquer en admettant l'existence de solutions solides, soit entre le cadmium et le magnésium, soit entre la combinaison définie $CdMg^4$ et le magnésium. Les analyses 1 et 2 vérifient cette dernière hypothèse : elles correspondent à la combinaison $CdMg^4$ dans un excès de magnésium; quant aux analyses 3, 4, 5, elles indiquent que, par suite de l'énergie trop grande des réactifs employés, une grande quantité de magnésium a passé en dissolution. Enfin, l'étude micrographique du culot 90Mg — 10Cd avait mis en évidence une série de grains polygonaux irréguliers qui seraient alors constitués, non pas par un individu chimique, mais par une solution solide. Des faits semblables ont été observés avec les alliages cuivre-antimoine.

» *Propriétés générales des alliages de cadmium et de magnésium.* — Ces alliages sont d'une couleur blanche, plus ou moins brillante; ils se liment et sont assez mous : lorsqu'on essaie de préparer des surfaces par l'examen microscopique, il est difficile d'obtenir une surface parfaitement polie. Au point de vue de la malléabilité, les alliages de cadmium et de magnésium se cassent lorsqu'ils sont soumis à l'action d'un martelage répété; les alliages contenant parties égales de cadmium et de magnésium sont ceux qui se comportent le mieux. Cette propriété est inverse de celle que nous avons signalée à propos des alliages d'aluminium et que nous avons remarquée avec ceux du cuivre que j'étudie également; dans ces derniers surtout, la fragilité des métaux obtenus est très grande. Les alliages de cadmium et de magnésium, conservés dans des flacons fermés, ne s'altèrent pas sensiblement à l'air. Il n'en est pas de même en présence de l'eau : les culots 90Cd — 10Mg, 50Cd — 50Mg, 10Cd — 90Mg s'attaquent pendant le polissage sur drap humide imprégné d'oxyde de fer. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'existence de l'arsenic dans l'organisme.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Roux.

« Jusqu'aux recherches publiées en 1899 et 1900 par M. Armand Gautier [1] on admettait, d'une manière absolue, l'absence de l'arsenic dans le corps de l'homme. Les quelques cas où des traces de cet élément avaient été signalées s'expliquaient, sinon par l'impureté des réactifs employés dans les recherches, du moins par quelque circonstance accidentelle,

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 929; t. CXXX, 1900, p. 284, et t. CXXXI, 1900, p. 361.

comme l'ingestion de médicaments, d'aliments ou de poussières contenant de l'arsenic.

» En démontrant que les glandes thyroïdes et quelques autres parties de l'homme et des animaux renferment de petites quantités d'arsenic, M. Armand Gautier a transformé et défini l'aspect de cette importante question de médecine légale. Bien mieux, il a fait entrer l'étude de l'arsenic dans le domaine de la physiologie.

» Mais, pour que cette démonstration, avec toutes ses conséquences, conserve sa valeur, il faut que le fait principal sur lequel elle repose, c'est-à-dire l'existence normale de l'arsenic dans l'organisme, reste établi d'une façon indiscutable. Or, plusieurs Mémoires, dus à Hödlmoser [1], Ziemke [2], Cerny [3], viennent de mettre les assertions de M. Armand Gautier formellement en doute.

» Vivement intéressé par le rôle possible de l'arsenic dans l'organisme vivant, rôle comparable, sous certains rapports, à celui du zinc, de l'iode, du manganèse et de quelques autres éléments qui n'existent, eux aussi, qu'en très petites proportions, j'ai été conduit à répéter, pour ma part, les expériences de M. Arm. Gautier. Les résultats auxquels je suis parvenu me paraissent si démonstratifs que je crois utile de les communiquer.

» J'ai repris d'abord l'étude de la méthode bien connue de Marsh, méthode que j'ai perfectionnée dans ses détails au point qu'il m'est possible d'obtenir des anneaux visibles avec des poids d'arsenic aussi minimes qu'un millième et même un demi-millième de milligramme [4].

» J'ai pu constater alors que l'acide azotique le plus pur du commerce renferme toujours des quantités appréciables d'arsenic; mais j'ai pu le purifier jusqu'à ne plus contenir $\frac{1}{300\,000\,000}$ de son poids de métalloïde.

» C'est en possession de cette méthode et de ces réactifs que j'ai entrepris l'étude de l'arsenic normal. A la question : *Y a-t-il, oui ou non, de l'arsenic dans l'organisme?* je vais pouvoir répondre, comme on va le voir, d'une manière positive et, je l'espère, à l'abri des critiques.

» J'ai évité de me servir dans mes expériences de glandes thyroïdes et de tissus humains, parce qu'il est presque impossible d'affirmer que les individus servant à ces expériences n'ont jamais été soumis à quelque contamination arsenicale. J'ai évité aussi les recherches sur le cheval,

---

(1) *Zeitschr. f. physiol. Chemie*, t. XXXIII, 1901, p. 329.

(2) *Apotheke Zeitung*, t. XVII, 1902.

(3) *Zeitschr. f. physiol. Chemie*, t. XXXIV, 1902, p. 408.

(4) Pour les détails, voir le Mémoire d'où cette Note est extraite (*Annales de l'Institut Pasteur* ou *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1902).

parce que celui-ci est quelquefois traité par l'acide arsénieux et qu'on ne peut être sûr, par suite, de l'origine naturelle de l'arsenic retrouvé dans ses organes.

» J'ai recherché d'abord l'arsenic dans des glandes thyroïdes de veau et de porc, puis dans les soies de ce dernier animal, les plumes de l'oie, la corne du bœuf, les poils et les ongles du chien, etc. Je n'ai pas tardé à remarquer que les tissus kératiniques sont remarquablement riches en arsenic, beaucoup plus même que les glandes thyroïdes.

» 39g de poils noirs, par exemple, provenant de trois chiens, fournirent un bel anneau de près d'un dixième de milligramme d'arsenic (1).

» 50g de cornes de bœuf, pulvérisées au laboratoire, donnèrent même l'énorme proportion de deux dixièmes et demi de milligramme d'arsenic, c'est-à-dire de cinq milligrammes par kilogramme (2).

» Mais comme tous ces objets d'étude, malgré les précautions dont je m'entourais, ne présentaient pas encore pour moi toute la sécurité désirable, je m'adressai à M. Nocard. Le distingué professeur de l'École d'Alfort a bien voulu m'envoyer des pièces provenant d'un veau, âgé de 1 mois, né à l'École vétérinaire, et d'une génisse de 18 mois, d'origine connue, achetée très jeune, et élevée également dans ses écuries d'études.

» Les résultats obtenus avec les poils et les ongles de ces deux animaux, mais surtout avec les cornes de la génisse, furent tout à fait positifs. 20g de substance, dont la destruction exigeait seulement une soixantaine de grammes du mélange d'acides, suffirent, dans tous les cas, pour obtenir des anneaux très nets d'arsenic.

» Celui qui provenait des cornes représentait environ deux centièmes de milligramme, soit cent fois davantage que n'en contenaient les réactifs employés.

» La peau et même le foie fournirent aussi des traces de métalloïdes (quelques millièmes de milligramme). D'une manière générale, les tissus de la génisse étaient plus riches que les tissus correspondants du veau. Il semble qu'il y ait accumulation d'arsenic avec l'âge, car les cornes du bœuf étaient à leur tour, comme on peut s'en rendre compte par les chiffres donnés plus haut, beaucoup plus riches que celles de la génisse. Il semble aussi, en comparant la série des expériences, que les poils noirs soient plus riches que les blancs. Il serait curieux d'examiner si les tissus kératiniques représentent une réserve d'arsenic et si les cellules pigmentophages, découvertes par M. Metchnikoff (3), jouent un rôle dans les migrations de cet élément à travers l'organisme.

» Je puis ajouter encore une preuve convaincante de l'existence normale de l'arsenic dans l'organisme. Grâce à l'obligeance de S. A. S. le Prince de Monaco, j'ai pu examiner des glandes thyroïdes provenant de

(1) Employé pour la destruction : 100g du mélange d'acides.

(2) Employé pour la destruction : 165g du mélange d'acides.

(3) *Annales de l'Institut Pasteur*, 1901.

phoques (*Phoca barbata*) capturés au voisinage du Spitzberg, dans des conditions, par conséquent, où l'on ne peut même pas invoquer la contamination industrielle de l'atmosphère respirée par les animaux. 50^g de ces glandes, attaqués par 70^g d'acide nitrique et 15^g d'acide sulfurique, ont donné un anneau très net, d'au moins $\frac{1}{100}$ de milligramme.

» Je n'insisterai pas trop, en terminant, sur les variations de la teneur en arsenic que paraissent éprouver les glandes thyroïdes quand on compare les résultats de M. Arm. Gautier avec ceux obtenus par Höllmoser, Ziemke, Cerny et moi-même. J'estime, en effet, que les dosages de quantités aussi minimes d'arsenic sont si délicates que les comparaisons ne peuvent être faites utilement que par un même expérimentateur, bien en possession de la méthode. La seule conclusion qu'on puisse alors retenir à ce sujet est uniquement d'ordre qualitatif. Or les contradicteurs mêmes de M. Arm. Gautier ont signalé dans la plupart de leurs expériences l'apparition de traces arsénicales. La crainte, bien légitime, d'avoir introduit ces traces au cours des opérations, a pu seule empêcher ces savants de conclure avec certitude en faveur de l'existence de l'arsenic dans l'organisme.

» Après mes expériences, cette crainte ne peut plus, je crois, persister. La richesse des tissus kératiniques en arsenic est tellement au-dessus, dans certains cas, des erreurs expérimentales, qu'il ne reste plus qu'à envisager l'importance et le rôle physiologique de cet intéressant métalloïde. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérie dans les benzylidène-menthones et sur la préparation d'un acide α-méthyl-α'-isopropyladipique identique à l'acide dihydrocamphorique.* Note de M. C. **Martine**, présentée par M. A. Haller.

« Des produits huileux qui se forment dans les différentes méthodes de préparation de la benzylidène-menthone que j'ai décrites précédemment (¹), j'ai pu séparer deux composés nettement définis par leur forme cristalline et leur point de fusion, et répondant à la composition de la benzylidène-menthone.

» A. L'un d'eux, qui se sépare très facilement, en quantité abondante, cristallise en tables fusibles à 51°, est soluble dans l'éther, l'alcool, l'éther de pétrole, etc. En solution à 6 pour 100 dans l'alcool éthylique, son pouvoir rotatoire est de $[\alpha]_D = -185°50'$; son oxime se présente sous la forme de fines aiguilles soyeuses fusibles à 172°.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 41.

» B. L'autre, dont je n'ai pu jusqu'ici obtenir que de petites quantités, cristallise en longues aiguilles fusibles à 47°. Il est plus soluble que le précédent dans les mêmes dissolvants. Son pouvoir rotatoire dans les mêmes conditions est de $[\alpha]_D = -258°,5$; son oxime a le même aspect que celle du corps fondant à 51°; elle fond à 153°.

» L'action de ces composés sur la lumière polarisée paraît confirmer l'hypothèse de M. A. Haller sur l'exaltation du pouvoir rotatoire par l'introduction d'une double liaison dans le noyau de la molécule menthone.

» Le point de fusion du mélange des deux corps fondant à 51° et 47° est de 28°; celui du mélange des deux oximes est de 145°-147°.

» Ces différents caractères permettent de conclure qu'on a affaire à deux benzylidène-menthones isomères. Pour les mêmes raisons, il y a lieu de penser que cette isomérie est d'ordre stéréochimique.

» Dans le but d'élucider cette question j'ai entrepris l'étude des produits d'oxydation de ces composés.

» *Acide α-méthyl-α'-isopropyladipique.* — La benzylidène-menthone fondant à 51°, oxydée par le permanganate de potassium en solution étendue, donne, comme produit principal, à côté de l'acide benzoïque, un acide bibasique répondant à la formule $C^{10}H^{18}O^4$ qui s'est formé d'après l'équation

$$C^{10}H^{16}O = CH - C^6H^5 + 4O + H^2O = C^6H^5 - CO^2H + C^{10}H^{18}O^4.$$

» Cet acide fond à 105°; il est inactif sur la lumière polarisée.

» Par l'ébullition avec l'anhydride acétique il donne l'anhydride $C^{10}H^{16}O^3$ incristallisable. Celui-ci, chauffé pendant quelque temps à l'ébullition, à la pression ordinaire, perd CO^2 et se transforme en une cétone $C^9H^{16}O$ à odeur de menthone, bouillant à 180°-181°, et dont la semicarbazone $C^9H^{16} = Az - CO - AzH - AzH^2$ fond à 205°.

» Étant donnée l'opinion généralement admise sur la constitution de la menthone, opinion qui vient d'être corroborée par la récente synthèse de M. Leser (1), l'acide $C^{10}H^{18}O^4$ doit être un acide α-méthyl-α'-isopropyladipique, car il n'a pu prendre naissance que de la façon suivante :

```
          CH3                                  CH3
           |                                    |
           CH                                   CH
          /  \                                 /  \
     CH2        C = CH - C6H5            CH2        CO2H
      |         |                ->       |                  + C6H5CO2H.
     CH2        CO                       CH2        CO2H
          \  /                                 \  /
           CH                                   CH
           |                                    |
           CH                                   CH
          /  \                                 /  \
       CH3    CH3                           CH3    CH3
```

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1115.

» La cétone qui en dérive par l'ébullition de l'anhydride est par suite une α-méthyl-δ-isopropylcétopentaméthylène.

» Les différentes propriétés de cet acide l'identifient avec l'acide dihydrocamphorique obtenu par MM. Crossley et Perkin Jun. (1) par la fusion de l'acide camphorique avec la potasse caustique. Il m'a du reste été permis, grâce à l'obligeance de M. Perkin, qui a lui-même reconnu l'identité, de comparer ces deux acides. Le point de fusion de leur mélange reste le même : 105°.

» Il résulte de ce rapprochement que l'acide dihydrocamphorique de MM. Crossley et Perkin n'est autre chose que de l'acide α-méthyl-α'-isopropyladipique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acides pyromucique et isopyromucique. Action du perchlorure de phosphore et du chlorure de phosphoryle.* Note de M. G. **Chavanne**, présentée par M. H. Moissan.

« I. L'action du perchlorure de phosphore sur l'acide pyromucique a fait l'objet d'un travail de Liès-Bodart (*Lieb. Ann.*, t. C, p. 327). Il a obtenu un liquide bouillant à 170°, régénérant l'acide par action de l'eau, donnant par action de l'ammoniaque une amide fondant à 141°-142°.

» J'ai répété ces expériences et suis arrivé au même résultat, soit en opérant sans dissolvant, soit en opérant en solution chloroformique ou éthérée; j'ajouterai cependant que, après purification complète, le chlorure se concrète en prismes extrêmement réfringents, fondant aux environs de 0° (à − 2°). J'ai étudié sur ce produit pur l'action de l'eau, de l'alcool, de l'ammoniaque, de l'aniline et de l'hydrate d'hydrazine. *L'acide pyromucique se comporte vis-à-vis du perchlorure de phosphore comme un acide, le carboxyle étant remplacé par* CO Cl.

» II. L'acide isopyromucique se comporte tout différemment.

» On projette, par petites portions, du perchlorure de phosphore (20g) dans une solution chloroformique d'acide isopyromucique pur (45g), bien exempt de son isomère. Cette addition provoque un échauffement sensible et un dégagement considérable d'acide chlorhydrique. On termine la réaction en chauffant au bain-marie, au réfrigérant à reflux, pendant 30 minutes. Après évaporation du chloroforme, on obtient des cristaux bruns que l'on écrase sur une plaque poreuse et que l'on fait cristalliser dans le chloroforme ou l'éther acétique anhydre bouillant. On peut remplacer dans la préparation le chloroforme par un autre véhicule organique, l'éther par

(1) *Chem. Soc.*, t. LXXIII, p. 23.

exemple; mais, si l'on veut éviter l'emploi d'un dissolvant, la préparation ne réussit pas.

» On obtient encore le même corps en faisant agir le chlorure de phosphoryle (1^{mol}) sur l'isopyromucate de sodium bien sec (3^{mol}) en suspension dans le chloroforme.

» Le corps ainsi obtenu forme des prismes très réfringents, fondant à 138°, insolubles dans l'eau et l'éther, solubles dans le chloroforme, le benzène, l'acide acétique, l'éther acétique anhydre.

» Ce corps ne possède pas les propriétés d'un chlorure d'acide, ce qu'on a pu vérifier par l'action de l'eau, de l'alcool, de l'ammoniaque. Il ne renferme pas de chlore, mais par contre du phosphore. Les dosages des éléments (P, C, H) et les réactions de ce corps m'amènent à le considérer comme un éther phosphorique analogue au phosphate triphénylique dans lequel l'acide isopyromucique jouerait le rôle du phénol. Ce serait le phosphate d'isopyromucyle $PO(OC^5H^3O^2)^3$.

» *Action de l'eau.* — Comme il a été dit plus haut, ce corps est insoluble dans l'eau. Cependant, maintenu longtemps à son contact il s'y dissout, mais c'est à la faveur d'une décomposition analogue à celle du phosphate trisodique. Le *triéther* est saponifié en donnant le *diéther* et 1^{mol} d'acide isopyromucique régénéré

$$PO(OC^5H^3O^2)^3 + H^2O = PO\begin{array}{l}\diagup OH \\ = (OC^5H^3O^2)^2\end{array} + C^5H^4O^3.$$

» Ce résultat a été vérifié par titration en présence des colorants et en isolant l'acide et le diéther.

» Si, au lieu d'opérer à froid, on dissout le triéther dans l'eau bouillante, la dissolution est plus rapide, mais la réaction est la même. Enfin, si l'on prolonge l'ébullition de la solution aqueuse, il semble que la saponification soit plus complète.

» Le *diéther* se rencontre encore dans l'action sur le triéther de l'alcool ou de l'éther acétique non anhydres et enfin lorsqu'on traite par l'oxychlorure de phosphore l'isopyromucate de sodium imparfaitement desséché.

» Le *diéther* ainsi obtenu constitue une poudre cristalline, soluble dans l'eau, l'alcool, les solvants organiques, mais insoluble dans l'éther. Il fond à 110°-112° et contient 1^{mol} d'eau de cristallisation qu'il abandonne lorsqu'on le fait cristalliser dans l'éther acétique anhydre, ou quand on le chauffe dans le vide vers 70°; mais dans ce cas il y a toujours en même temps une saponification partielle. Le diéther anhydre fond à 154°. Il reprend son eau de cristallisation quand on le fait cristalliser dans l'éther acétique ou l'acétone contenant un peu d'eau.

» Le diéther est acide au méthylorange, comme le phosphate diéthylique. Sa solution au $\frac{1}{10}$ neutralisée par la potasse donne avec l'azotate d'argent un léger précipité blanc qui subit une réduction rapide. Avec l'acétate de plomb et l'azotate de bismuth on obtient aussi des précipités blancs solubles dans l'acide azotique.

» Chauffé pendant quelques minutes avec de l'acide sulfurique titré normal, le diéther est saponifié partiellement en donnant le monoéther et de l'acide isopyromucique libre :

$$PO\begin{array}{l}\diagup OH \\ \diagdown (OC^5H^3O^2)^2\end{array} + H^2O = PO\begin{array}{l}\diagup OH \\ - OH \\ \diagdown OC^5H^3O^2\end{array} + C^5H^4O^3.$$

Ce résultat a été vérifié par titration en présence des colorants, et en isolant l'acide isopyromucique produit.

» III. L'acide isopyromucique possède la propriété de colorer en vert le perchlorure de fer. C'est cette propriété qui a permis de le découvrir et de le distinguer de son isomère, l'acide pyromucique. On peut le rapprocher à cet égard des phénols et des corps à fonction énolique. D'autre part, les expériences qui viennent d'être indiquées établissent encore avec le phénol une analogie qui se poursuit assez loin dans le détail.

» La disparition de la réaction colorée avec le perchlorure de fer dans les dérivés phosphoriques prouve d'ailleurs que c'est le même oxhydrile qui est intéressé dans les deux cas. Si, en outre, on tient compte de l'instabilité en présence de l'eau des isopyromucates et de l'impossibilité d'éthérifier l'acide isopyromucique par les procédés habituels (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 167), on est amené à conclure que :

» *L'acide isopyromucique n'est pas, comme son isomère l'acide pyromucique, un acide proprement dit, mais il possède plutôt les propriétés d'un corps à fonction phénolique ou énolique.* »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un glucoside nouveau, l'aucubine, retiré des graines d'*Aucuba japonica *L.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**.

« Il y a quelques mois, l'un de nous [1] a décrit un nouveau procédé général de recherche, dans les végétaux, des glucosides hydrolysables par l'émulsine. Ce procédé, qui repose sur l'emploi de celle-ci dans des conditions déterminées, ne conduit pas à la séparation des glucosides, mais il en révèle sûrement la présence lorsqu'ils existent. Appliqué depuis quelque temps et d'une façon systématique dans le laboratoire de pharmacie galénique à l'École de Pharmacie, il a permis de constater que les glucosides en question sont plus fréquents dans le règne végétal qu'on ne le croit généralement. En particulier, la présence d'un tel principe a été révélée dans le rhizome de Scrophulaire noueuse, dans l'écorce de Bouleau, dans les graines d'*Aucuba japonica* [2], etc.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 28 octobre 1901, p. 690.

(2) Cette dernière observation a été faite par M. Champenois, au cours de ses recherches sur la composition des albumens des graines des Ombellifères et des Cornées (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, 25 nov. 1901, p. 885).

» Ayant eu récemment des quantités considérables de graines fraîches d'*Aucuba* à notre disposition, nous avons entrepris d'isoler le glucoside. Il y avait à cela une difficulté assez grande : à côté du glucoside, la graine contient en effet une proportion énorme de sucre de canne; et, les liqueurs d'extraction, aqueuses ou alcooliques, renfermant les deux principes dans la même proportion que la graine, leur séparation directe était en quelque sorte impossible. La difficulté a été tranchée très simplement : dans les liqueurs aqueuses dont nous venons de parler, on a ensemencé de la levure de bière; le sucre de canne a été interverti, puis transformé en alcool et acide carbonique, de telle sorte que le glucoside, inattaquable par la levure, est resté seul et a pu être ensuite facilement isolé.

» *Préparation.* — Le fruit de l'*Aucuba* est une baie formée par un péricarpe succulent, recouvrant une graine presque entièrement constituée par un albumen corné. Les graines ont été séparées du péricarpe, puis découpées à l'état frais dans l'alcool à 90° bouillant, dans la proportion d'environ 500^g de graines pour 2000^{cm^3} d'alcool. On a fait bouillir à reflux pendant environ 45 minutes, puis on a séparé les liquides alcooliques et on les a distillés en présence d'une petite quantité de carbonate de calcium. L'alcool ayant été complètement éliminé, le liquide restant a été filtré, puis étendu d'eau distillée de façon à ne pas renfermer plus de 12 à 14 pour 100 de sucre de canne.

» La solution ainsi obtenue a été distribuée par portions de 500^{cm^3} dans des ballons d'un litre. Après stérilisation à l'ébullition et refroidissement, on a ensemencé chacun de ces ballons par addition de 10 gr. de levure haute et l'on a laissé la fermentation se continuer à la température du laboratoire (15° à 18°) jusqu'à disparition complète ou presque complète de sucre (4 à 5 jours).

» A ce moment, on a ajouté un peu de carbonate de calcium, on a porté à l'ébullition, laissé refroidir et filtré. On a procédé ensuite à la décoloration des liquides par le noir animal; on a filtré de nouveau, évaporé en partie au bain-marie et achevé l'évaporation dans le vide partiel. Le produit ainsi obtenu, présentant l'aspect d'un extrait sec, a été traité à l'ébullition à reflux par une quantité convenable d'alcool à 95°. Après 12 heures de repos, le liquide a été filtré dans des flacons à large ouverture et le glucoside n'a pas tardé à cristalliser. Au bout de 24 à 48 heures, la cristallisation étant terminée, les cristaux ont été essorés à la trompe, lavés à l'alcool à 95° et desséchés dans le vide sulfurique. Dans nos diverses opérations, et en négligeant le produit resté dans les eaux mères, nous avons eu un rendement moyen d'environ 3^g de glucoside pour 100^g de graines fraîches.

» Dès cette première cristallisation, et si la décoloration par le noir animal a été complète, on peut obtenir un produit tout à fait blanc. On peut d'ailleurs le purifier très aisément, en le faisant recristalliser une première fois dans l'eau et une deuxième fois dans l'alcool à 80°. Voici quelques-unes des propriétés de ce glucoside que nous appelons *aucubine*.

» *Propriétés.* — L'aucubine se présente sous forme de cristaux allongés, groupés en houppes, absolument incolores. Elle fond vers 181° (corr.). Elle est très soluble

dans l'eau qui, à chaud, en dissout plus que son poids, soluble dans l'alcool, surtout à chaud. Elle possède une saveur légèrement amère.

» L'aucubine est lévogyre, comme tous les glucosides dédoublables par l'émulsine connus jusqu'ici. Son pouvoir rotatoire en solution à environ 3 pour 100 a été trouvé égal à

$$\alpha_D = -173^\circ,1 \quad (p = 0^g,741;\ v = 25^{cm^3},07;\ l = 2;\ \alpha = -10^\circ,14';\ \text{d'où } \alpha_D = -173^\circ,1).$$

» L'aucubine ne renferme pas d'azote. Elle ne réduit pas la liqueur cupropotassique. Elle est hydrolysée par l'émulsine et par l'acide sulfurique étendu chaud, même très dilué (2 pour 1000). Dans cette dernière hydrolyse, il se produit un sucre réducteur, un corps d'une odeur vive et pénétrante et un principe brun insoluble dans l'eau.

» Nous avons pu isoler le sucre et l'obtenir cristallisé; ce sucre est du dextrose, c'est-à-dire le sucre rencontré jusqu'à présent dans le dédoublement de tous les glucosides hydrolysables par l'émulsine. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la production de glycose par les muscles.* Note de MM. **Cadéac** et **Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

« Nous avons démontré, chez l'animal vivant, la présence du sucre dans les muscles écrasés ou enserrés dans une ligature; ce sucre est-il déposé dans le foyer traumatique par le sang ou est-il élaboré sur place par le muscle lui-même?

» Pour résoudre ces questions, nous avons recherché si les muscles détachés complètement de l'animal sain tué par effusion de sang, et placés dans un milieu aseptique (air humide, bain d'huile, glace stérilisée, solution de fluorure de sodium à 2 pour 100) peuvent engendrer du sucre. A cet effet, nous pesons exactement 100^g de muscles ayant séjourné un temps variable dans ces divers milieux; nous les découpons en menus morceaux dans 150^{cm^3} d'eau distillée, puis le tout est porté au bain-marie à 100° pendant une heure. Après défécation du bouillon filtré, nous opérons le dosage du sucre à l'aide de la liqueur de Fehling, formule Pasteur, additionnée de pastilles de potasse pour empêcher la précipitation de l'oxydule cuivreux.

» Voici les résultats de nos expériences :

» 1° Les muscles exposés au contact de l'air à 37° à l'étuve et dans une atmosphère humide élaborent du sucre, mais en moindre quantité que les muscles immergés dans l'huile. Exceptionnellement, ils peuvent en produire autant :

Muscles sains exposés à l'air ont produit, en 3 heures........	$5^{cg},2$ de glucose
Muscles sains immergés dans l'huile ont produit, en 3 heures.	$5^{cg},2$ »

» Au bout de 6 heures, nous avons obtenu, dans les deux cas, exactement le double de glucose, c'est-à-dire $10^{cg},4$.

» 2° Les muscles immergés dans l'huile fabriquent, nous le répétons, une quantité de sucre presque toujours supérieure à celle qu'on trouve dans le muscle exposé à

l'air. Le Tableau suivant résume finalement les résultats quantitatifs obtenus comparativement avec 100^g de muscles dans un temps variable:

Temps.................... ..	4^h	4^h	4^h	6^h
Muscle sain à l'air humide....	$6^{cg},4$	$6^{cg},3$	$5^{cg},2$	$16^{cg},3$ de glucose
Muscle sain dans l'huile	$11^{cg},8$	$16^{cg},3$	$6^{cg},6$	$17^{cg},6$ »

» Ces différences tiennent aux modifications survenues dans la respiration du muscle, nous y reviendrons ultérieurement. Aujourd'hui, nous nous bornons à établir que l'élaboration du sucre par le muscle immergé dans l'huile est ordinairement plus prononcée que celle du muscle exposé à l'air; elle ne lui est jamais inférieure; mais ces deux productions peuvent s'égaler, comme nous l'avons vu plus haut.

» 3° La température de 37° n'est pas nécessaire pour mettre en jeu cette fonction du muscle; ce dernier continue à vivre et à fabriquer du sucre à la température extérieure et même à 0°.

» En effet, le muscle maintenu au sein de la glace produit du sucre, mais en moindre quantité qu'à la température de 37° :

Expérience I..	Muscle sain à l'air humide pendant 4 heures élabore....			$6^{cg},3$	de glucose
	Muscle sain dans la glace	»	» ..	4,5	»
Expérience II.	Muscle sain à l'air humide	»	» ..	5,2	»
	Muscle sain dans la glace	»	» ..	2,1	»

» Ces différences sont encore plus accusées au bout de 24 heures.

» Ainsi, les muscles de l'expérience II, maintenus dans la glace, n'ont engendré que $8^{cg},4$ de glucose, tandis que les muscles conservés le même temps dans l'huile à 37° en ont élaboré $20^{cg},9$

» 4° *L'écrasement* des muscles est un facteur des plus importants dans la genèse du sucre. Loin de supprimer cette activité formatrice, l'action contondante l'excite. De fait, les muscles écrasés, après ablation à l'aide des mors d'une tenaille, et placés dans les mêmes conditions que les muscles sains, fabriquent toujours une quantité beaucoup plus considérable de sucre, comme en témoigne le Tableau suivant :

Durée de l'expérience	4^h	4^h	4^h	
Muscle sain dans l'air humide	$6^{cg},4$	$6^{cg},3$	$2^{cg},3$	de glucose.
Muscle sain dans l'huile	$11^{cg},8$	$16^{cg},3$	5^{cg}	»
Muscle écrasé dans l'air humide	$18^{cg},7$	25	$8^{cg},6$	»

» De plus, il ressort de ces expériences que le muscle écrasé, laissé à l'air libre, élabore toujours plus de glucose que le muscle sain immergé dans l'huile.

» L'écrasement exagère donc considérablement la production du sucre par les muscles et leur communique d'emblée le maximum de cette activité.

» Les autres influences que nous avons étudiées, comme le séjour du muscle dans l'huile, n'y ajoutent rien ou presque rien. Les muscles écrasés placés dans un bain d'huile produisent généralement la même quantité de sucre que les muscles écrasés laissés à l'air libre.

» Cette influence de l'écrasement se fait également sentir sur les muscles conservés

dans la glace. Pendant que 100^{g} de muscles sains placés dans la glace engendrent en 4 heures 3^{cg},2 de glucose, le même poids de muscles écrasés en élabore 5^{cg}.

» La *compression énergique* d'un morceau de muscle placé entre deux lames métalliques serrées à l'aide de vis produit sensiblement le même effet que l'écrasement; la quantité de sucre élaboré est toujours supérieure à celle qui résulte du muscle sain immergé dans l'huile; elle est inférieure ou égale à celle qu'on obtient par l'écrasement complet.

» Afin de mieux fixer les idées sur les différences d'activité que présente le muscle placé dans les diverses conditions que nous venons d'étudier, nous rapporterons les résultats d'une expérience :

Muscles sains à l'air humide à 37° pendant	4^{h}	élaborent	0^{g},052	de glucose
» sains dans l'huile	4	»	0,066	»
» écrasés à l'air humide à 37°	4	»	0,135	»
» écrasés dans l'huile	4	»	0,135	»
» comprimés à l'étuve	4	»	0,119	»
» sains dans la glace	4	»	0,021	»
» écrasés dans la glace	4	»	0,034	»
» sains dans la glace	24	»	0,084	»
» sains dans fluorure	24	»	0,299	»

» Si l'on prolonge la durée de l'expérience, on peut constater pendant plusieurs jours une augmentation considérable de la quantité de sucre formé.

» C'est ainsi que le même poids de muscle (100^{g}) a produit :

En 4^{h}	0^{g},024	de glucose
En 24	0,256	»
En 48	0,308	»
En 72	0,384	»

» De ces recherches nous croyons pouvoir dégager les conclusions suivantes :

» 1° Les muscles, comme le foie, produisent toujours du sucre après la mort;

» 2° Les muscles plongés dans l'huile à la température de 37° en produisent, à température égale, plus que les muscles exposés à l'air;

» 3° Les muscles qu'on entoure de glace élaborent le minimum de sucre;

» 4° Les muscles écrasés ou comprimés élaborent le maximum de sucre; la quantité de sucre produite dépasse celle des muscles plongés dans l'huile;

» 5° Cette fonction du muscle est indépendante de toute putréfaction. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action hémolytique du venin de cobra.* Note de M. A. CALMETTE, présentée par M. ROUX.

« La plupart des venins de serpents, particulièrement ceux qui proviennent de reptiles appartenant au groupe des *Colubridés,* dissolvent les globules rouges du sang des animaux sensibles. Avec le venin de *cobra,* dont le pouvoir hémolysant est le plus considérable, les hématies de cheval, de chien, de lapin, de cobaye et de rat sont très rapidement dissoutes. Celles de bœuf, de poule, de pigeon et de grenouille sont plus résistantes.

» Flexner et Hideyo Noguchi ([1]) ont constaté que les globules rouges lavés à l'eau physiologique et débarrassés de sérum ne s'hémolysent plus sous l'action du venin, tandis qu'ils se dissolvent parfaitement, lorsqu'on leur restitue du sérum normal. Ces expérimentateurs en concluent que l'alexine du sérum est indispensable pour que la dissolution des hématies puisse se produire.

» J'ai constaté que les sérums normaux chauffés à 62° et au-dessus permettent l'hémolyse des hématies lavées beaucoup plus facilement que les sérums frais alexiques, et qu'au contraire ces sérums frais, *ajoutés en excès,* retardent ou entravent l'hémolyse, tandis que celle-ci s'effectue en quelques instants dans les tubes qui reçoivent le même sérum chauffé, avec les mêmes quantités de venin. Ce phénomène s'observe avec les sérums normaux de cheval, de chien, de lapin, de cobaye et de poule. On doit en conclure que le sang de ces animaux renferme une *antihémolysine naturelle,* capable de protéger dans une certaine mesure les hématies contre l'action dissolvante du venin. Cette antihémolysine est détruite par le chauffage à partir de 56° comme les alexines. La substance hémolysante du venin de cobra est, par contre, extraordinairement résistante à la chaleur; elle n'est détruite qu'après une ébullition prolongée pendant 15 minutes. Les venins chauffés à + 75° sont aussi hémolysants qu'à l'état frais.

» Les sérums normaux, dilués avec trois parties d'eau distillée et chauffés 20 minutes à 80° sont encore capables de sensibiliser, à l'égard du venin, les hématies lavées. Ce n'est donc pas l'alexine des sérums frais qui permet la dissolution de ces hématies débarrassées de sérum par une série

---

([1]) *Journal of experimental Medicine,* 17 mars 1902. Washington.

de lavages et de centrifugations successives : cette propriété appartient à une *sensibilisatrice* particulièrement *thermostabile* et existant normalement dans le sang à côté de l'antihémolysine naturelle *thermolabile*.

» J'ai constaté, d'autre part, que les hématies lavées, et par suite *non hémolysables*, présentent la curieuse propriété de *fixer* le venin. Si on les laisse pendant quelques minutes en contact avec une solution de venin et qu'on les lave ensuite à plusieurs reprises à l'eau physiologique en centrifugeant chaque fois pour éliminer toute trace de venin dissous, on constate que ces hématies s'hémolysent très rapidement aussitôt qu'on les met en présence d'un peu de sérum normal chauffé à 62°. Des expériences témoins faites, l'une avec la dernière eau de lavage additionnée de sérum chauffé, l'autre avec du sérum chauffé seul et des hématies non traitées par le venin, ne donnent aucune trace d'hémolyse.

» Le sérum antivenimeux à doses convenables annihile complètement le pouvoir hémolytique des venins, et je montrerai, dans une Note ultérieure, qu'on peut, avec beaucoup de précision, mesurer *in vitro* l'activité d'un sérum antitoxique par son action antihémolysante. Je me borne aujourd'hui à énoncer cette conclusion de mes expériences que *les hématies d'un animal hypervacciné contre le venin et fournissant un sérum très antitoxique et antihémolysant, sont parfaitement hémolysables lorsque, après les avoir débarrassées de sérum par une série de lavages et de centrifugations successives, on les met en contact avec des doses faibles de venin de cobra, additionnées d'un peu de sérum normal chauffé à* 62°.

» Les biologistes que préoccupe le problème de l'immunité cellulaire ne manqueront pas de rapprocher les faits précédents de ceux signalés par Wassermann et Takaki relatifs à la fixation de la toxine tétanique par les cellules nerveuses, et par Roux et Borrel sur le tétanos cérébral chez les animaux vaccinés. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *La contracture permanente chez le Pigeon.* Note de M. LOUIS BOUTAN, présentée par M. Yves Delage.

« Quand on pratique une section sur les canaux semi-circulaires du Pigeon ou d'un autre oiseau, on observe parfois, quelque temps après l'opération, un phénomène très particulier, qui consiste dans le renversement et l'entraînement irrésistible de la tête du côté lésé. Le Pigeon au repos, par suite d'une torsion de 180° du cou, se trouve avoir la tête à

l'envers, le sommet du crâne reposant sur le sol, comme le montrent les échantillons que je mets sous les yeux de l'Académie.

» Cette contracture a été observée par M. E. de Cyon (1); un peu plus tard, elle a été décrite avec détail par le Dr Laborde (2), qui l'a définie sous le nom de *contracture permanente*.

» Ces deux physiologistes ont considéré ce phénomène comme une conséquence directe de la lésion des canaux semi-circulaires.

» M. E. de Cyon le cite « comme un exemple qui démontre jusqu'à » quel point les désordres dans la locomotion, qu'on observe après la » section des canaux semi-circulaires, sont intimement liés à de fausses » représentations sur l'espace, ou, pour mieux dire, à un désaccord entre » l'espace vu et l'espace formé à l'aide des sensations provenant de ces » canaux ».

» M. le Dr Laborde conclut que « la cause réelle et originelle du phé» nomène si remarquable de contracture et d'entraînement de la tête et » du cou, avec déséquilibration consécutive des mouvements généraux, » est la lésion des canaux semi-circulaires ».

» Mes propres expériences m'ont amené à une conclusion tout à fait différente : elles me conduisent à penser que la cause réelle et originelle du phénomène n'a pas de rapport direct avec la lésion des canaux semi-circulaires.

» Il faut remarquer, en effet, que la contracture permanente, avec renversement de la tête, ne se produit qu'exceptionnellement et tardivement lorsque l'on sectionne les canaux semi-circulaires. Ce n'est donc pas une conséquence nécessaire de l'opération.

» On doit noter, en outre, que le phénomène en question ne se termine pas nécessairement par la mort du sujet, car avec des soins convenables je suis arrivé à guérir les pigeons et à faire disparaître la contracture.

» J'ai sacrifié un de ces sujets en voie de guérison, mais incomplètement guéri (ces pigeons s'alimentent eux-mêmes, tiennent la tête droite comme des animaux normaux, mais la contracture reparaît encore sous l'influence de la moindre excitation). La dissection permet de constater *la disparition complète de l'oreille interne du côté opéré*. L'oreille interne (canaux semi-circulaires, labyrinthe, etc.) est complètement résorbée, aussi bien dans ses parties osseuses que dans ses parties membraneuses.

---

(1) E. de Cyon, *Fonction des canaux semi-circulaires*, p. 77.

(2) Laborde, *Rôle des canaux semi-circulaires*, p. 828.

A la place qu'elle occupait, on trouve une cavité osseuse, limitée extérieurement par la peau et, du côté interne, par la paroi cranienne réduite à une lame osseuse; il importe de signaler tout particulièrement que, du côté correspondant, les méninges appliquées contre la paroi cranienne sont en partie détruites.

» La constatation de ces particularités m'a amené à faire l'expérience suivante : J'ai enlevé, chez un pigeon sain, au-dessus du cerveau, très loin, par conséquent, de l'oreille interne, une lame osseuse, de manière à mettre à nu la dure-mère, et j'ai insinué, à l'aide d'une pince, un tampon légèrement acidifié de manière à le conduire dans la région où les méninges étaient altérées dans l'exemple précédent (c'est-à-dire au point de jonction du vermis et de l'un des lobes latéraux du cervelet). Immédiatement, le renversement de la tête, avec contracture permanente, se produit avec une extrême violence.

» Quand on sectionne les canaux semi-circulaires, la contracture permanente ne se produit qu'assez longtemps (1 jour ou 2 jours) après l'opération; quand on irrite les enveloppes de l'encéphale, chez un pigeon non opéré de l'oreille, dans le point indiqué plus haut, on provoque immédiatement la contracture permanente. On peut en conclure que la lésion des canaux semi-circulaires ne constitue pas la cause réelle et originelle du phénomène, puisque, dans le dernier cas, les canaux semi-circulaires ne sont pas intéressés. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les fermentations aérobies du fumier.* Note de M. C. **Dupont**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« M. Dehérain a montré, il y a déjà près de vingt ans, que la fabrication du fumier de ferme, conduite telle qu'elle l'est à Grignon, donne lieu à deux fermentations bien distinctes: l'une aérobie se produit à la partie supérieure du tas, elle élève la température jusqu'à 70°; l'autre anaérobie a pour siège la partie médiane et la partie inférieure. Sur les conseils de mon savant maître, j'ai tenté d'isoler les bactéries produisant ces fermentations; j'ai commencé par l'étude des bactéries aérobies.

» Les méthodes employées dans ces recherches ont été les méthodes bactériologiques ordinaires; nous les avons seulement modifiées légèrement pour les adapter au but spécial que nous visions. Recherchant des bactéries vivant aux dépens de matières végétales et à des températures variant entre 50° et 70°, nous avons fait nos cultures

dans du bouillon de haricot à 50° et à 65°; les cultures sur plaques étaient faites sur agar à 50°. Avec le fumier prélevé à l'intérieur du tas et dilué dans de l'eau stérilisée, on ensemençait des plaques d'agar et du bouillon; les cultures dans le bouillon, après un ou plusieurs passages à 50° ou à 65°, servaient à ensemencer d'autres plaques.

» Les liquides d'ensemencement furent prélevés à plusieurs reprises sur des tas de fumier différents, de novembre 1900 à mars 1902. Les résultats obtenus furent constants. Quand on ensemença des plaques avec un fumier en fermentation aérobie dont la température était voisine de 50°, ou bien encore avec une culture dans du bouillon provenant d'une suite de passages faits à 50°, on obtint presque exclusivement des colonies d'une bactérie bien connue, le *Bacillus mesentericus ruber*. Quand on prit pour ensemencer les plaques un fumier dont la température était de 60° à 70°, ou une culture dans du bouillon provenant de passages faits à 65°, on obtint des colonies d'une bactérie que, ne pouvant identifier à aucune autre décrite, nous avons nommée, à cause de ses propriétés et de son origine, *Bacillus thermophilus Grignoni*. Dans le fumier en fermentation aérobie d'une température toujours supérieure à 50°, nous n'avons trouvé que ces deux bactéries; une seule fois une plaque ensemencée avec du fumier nous a donné quelques colonies du *Bacillus subtilis*.

» Les propriétés bactériologiques du *Bacillus mesentericus ruber* sont bien connues: nous ne les reproduirons pas ici; disons seulement qu'il est remarquable par sa vitalité aux hautes températures; il donne à 55° dans du bouillon une culture abondante avec voile, à 60° il trouble encore le bouillon.

» Le *Bacillus thermophilus Grignoni* est un bâtonnet qui mesure de $2^{\mu},6$ à 4^{μ} de long et $0^{\mu},7$ de large. Il se cultive de 30° à 70°, la température optima étant 55°. Ensemencé en strie sur agar, il donne une culture glacée blanchâtre qui ne prend jamais un très grand développement; sur pomme de terre nous n'avons pas réussi à le faire vivre.

» Les colonies du *Bacillus thermophilus Grignoni*, sur plaques d'agar mises à 50°, peuvent avoir deux aspects absolument différents: les unes sont des taches opalescentes blanchâtres ou jaunâtres à la surface de l'agar, les autres se présentent sous la forme de petites taches blanchâtres, mates, non opalescentes. Les colonies opalescentes vues au microscope ont quelquefois une structure intérieure filamenteuse feutrée plus ou moins marquée. Les colonies non opalescentes ressemblent, soit à un noyau, soit à un amas de filaments. Ces différentes colonies correspondent à des degrés divers d'atténuation de la bactérie; les colonies opalescentes sont en grand nombre sur les plaques ensemencées avec de bonnes cultures; au contraire, les colonies noyaux et filamenteuses dominent quand l'ensemencement est fait avec une culture peu active. La principale cause d'atténuation de la vitalité du *Bacillus thermophilus Grignoni* est la culture à haute température. Une culture donnant des colonies opalescentes, atténuée par une série de passages faits à 65°-70°, finit par ne plus donner que des colonies noyaux.

» Nous avons également cherché, en employant le même mode opératoire que pour le fumier, les bactéries des excréments capables de vivre à 50°. Nous avons retrouvé dans la bouse de vache le *Thermophilus Grignoni* et le *Mesentericus ruber*; nous avons pu également y caractériser le *Bacillus subtilis*, le *Bacillus mesentericus vul-*

gatus, le *Bacillus mesentericus fuscus*; à 50°-55° ces différentes espèces n'ont pas la même vigueur que le *Mesentericus ruber*.

» Après avoir isolé les bactéries du fumier, nous avons étudié les transformations chimiques qu'elles produisent.

» Notre bouillon de haricot ou des solutions contenant les éléments minéraux nécessaires à la nutrition des microbes, auxquels on ajoutait soit des hydrates de carbone : sucre, amidon, cellulose, soit des substances plus complexes comme le foin et la paille, ont été ensemencés avec le *Bacillus mesentericus ruber* et avec le *Bacillus thermophilus Grignoni*; on déterminait par des dosages les modifications que la fermentation faisait subir à ces différents milieux.

» Nous avons constaté que le *Mesentericus ruber* agit violemment sur le sucre; il le détruit, donne de grandes quantités d'acide carbonique et une faible proportion d'acides acétique et butyrique; il brûle aussi l'amidon, produit de l'acide carbonique et des traces d'acides valérique et formique; il n'attaque pas la cellulose. Il se cultive bien sur le foin et sur la paille, il détruit dans ce cas une quantité importante de gomme de paille. M. Dehérain avait déjà montré que, pendant la fermentation aérobie du fumier, il ne disparaît pas de cellulose et qu'une partie de la gomme de paille est brûlée.

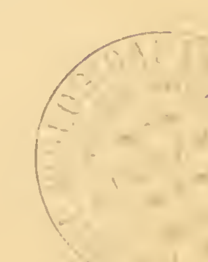
» Le *Mesentericus ruber* agit sur les albuminoïdes : lorsque le liquide est bien aéré il y a formation d'une forte proportion d'ammoniaque; si l'aération est faible, l'ammoniaque est produite en moins grande quantité et une partie de l'azote se dégage à l'état libre.

» Le *Bacillus thermophilus Grignoni* provoque la combustion du sucre, mais avec une moins grande énergie que le *Mesentericus ruber*; il donne de l'acide carbonique et une assez forte proportion d'acide acétique; il n'attaque ni l'amidon, ni la cellulose. Il croît abondamment dans les milieux contenant des matières azotées; il brûle les albuminoïdes, mais en poussant cependant la combustion moins loin que ne le fait le *Mesentericus ruber*, il ne produit que rarement de l'ammoniaque.

» Sur le foin, le *Thermophilus Grignoni* donne d'assez bonnes cultures, mais il ne se développe que faiblement sur la paille qui est pauvre en matière azotée.

» En résumé, les fermentations aérobies du fumier sont dues à deux bactéries, le *Bacillus mesentericus ruber* et le *Bacillus thermophilus Grignoni*; ces bactéries brûlent les matières azotées et les hydrates de carbone facilement attaquables, sucres, amidons, gommes.

» Dans nos milieux de culture à 50° le *Bacillus thermophilus Grignoni* a toujours eu une action un peu moins violente que le *Mesentericus ruber*; il est un peu moins apte que ce dernier à détruire les hydrates de carbone, il pousse moins loin que lui l'oxydation des matières azotées, mais il a l'avantage d'agir encore très activement à 65°-70°; à cette température le *Mesentericus ruber* ne produit plus aucune transformation. »



ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie interne du genre* Thylacoplethus, *parasite grégaire des* Alpheidæ. Note de M. **H. Coutière**, présentée par M. Alfred Giard.

« J'ai donné, dans une Note précédente, les principaux caractères permettant de classer parmi les Rhizocéphales le genre *Thylacoplethus*. L'organisation interne de ces parasites ne les rend pas moins remarquables.

» L'espace entièrement clos circonscrit par le manteau est divisé, par une cloison transversale à doubles parois, en deux cavités superposées. Autour de la cavité supérieure ou pédonculaire, la paroi latérale formée par le manteau est très épaisse, mais constituée seulement par deux rangées de cellules très hautes, opposées par la base, l'une et l'autre chitinogènes et ne laissant aucune lacune entre elles. La cavité ainsi circonscrite par une cuticule chitineuse interne m'a paru être en rapport avec le système des racines par le cône de pénétration situé à son sommet.

» La partie inférieure, dans laquelle les parois du manteau sont moins épaisses et toujours réduites à deux épithéliums chitinogènes adossés, n'est autre que la cavité incubatrice. Dans son axe, la remplissant plus ou moins, se trouve la *masse viscérale*, comme suspendue à la cloison de séparation et qu'aucun mésentère ne relie à la paroi.

» Sur un spécimen très jeune de *T. Haddoni*, fixé sur *Alpheus avarus* Miers Fabr.? cette masse viscérale se réduit à un corps ovoïde, rempli d'un coagulum finement granuleux, limité par une membrane très mince. Distalement, on y remarque une calotte de hautes cellules, en avant de laquelle doit se trouver le premier rudiment de l'ovaire, car on voit, dans les stades plus avancés, cette calotte terminale disparaître sous un volumineux amas d'œufs en voie de formation et de segmentation, qui ont bourgeonné extérieurement et dont la masse n'est entourée par aucune membrane. Puis le bourgeonnement, qui s'étend peu à peu, dégage et repousse la calotte terminale, que l'on peut voir finalement engagée dans une dépression correspondante de la paroi palléale interne et sertie par un bourrelet circulaire de cette paroi. Dans toute sa hauteur, à l'exception du niveau où elle se raccorde avec la paroi palléale, la *masse viscérale* est maintenant couverte d'œufs en voie de segmentation. Une coupe transversale montre, autour de la cavité centrale et de son volumineux coagulum, deux assises de cellules; la plus interne est la membrane mince, seule présente avant le fonctionnement de l'ovaire; la seconde, supportée par la précédente, est l'épithélium ovarien, bourgeonnant à l'extérieur.

» Les exemplaires de *T. Edwardsi* et *T. Heurteli*, fixés respectivement sur *A. Edwardsi* Audouin et *A. macrochirus* Richters sont beaucoup plus avancés dans leur développement.

» L'ovaire a cessé de fonctionner, de sorte que la *masse viscérale* se retrouve, comme dans son état initial, mais réduite à une grêle colonne creuse fortement

plissée, dont la mince membrane d'enveloppe se raccorde toujours avec la paroi palléale interne. Les cellules de l'épithélium ovarien, libérées sous forme d'œufs, ont disparu totalement. En revanche, la cavité incubatrice est maintenant pleine d'embryons libres, peu avancés dans les spécimens que j'ai entre les mains.

» La calotte de hautes cellules distales est toujours bien visible, mais, sans doute par la pression qu'elle a exercée sur les deux assises palléales, celles-ci ont disparu et un orifice cloacal s'est ébauché, qui sera libéré par la chute de l'épaisse cuticule externe du manteau.

» On peut remarquer que le bourgeonnement progressif de la masse viscérale s'effectue entre sa partie la plus distale et le reste de sa masse, comme les nouveaux segments d'un Crustacé ou d'une Annélide se forment entre le telson ou le pygidium et les segments céphaliques. Les choses se passent comme si cette masse représentait l'abdomen de la larve cypris, réduit à un ovaire et protégé par un manteau; le cône d'inoculation fixé sur l'hôte n'est pas sans rappeler le dard de la larve kentrogone de *Sacculina carcini*.

» La disparition de l'épithélium ovarien, correspondant à la période de formation des embryons, fait se demander si l'ovaire pourra fonctionner une seconde fois, et si la mise en liberté de leur couvée de *nauplius* ne marque pas le terme de l'existence des parasites, dont le faible pouvoir de propagation expliquerait ainsi la grande rareté.

» Que cette hypothèse soit ou non fondée, le genre *Thylacoplethus* peut être considéré par son mode de fixation, son organisation très simple, son caractère grégaire, comme un type très primitif de Rhizocéphales, représentant l'un des premiers *essais* de parasitisme de ces Crustacés. Il est aisé de concevoir comme perfectionnements graduels la diminution du nombre, la prise de possession plus complète de l'hôte par quelques parasites ou un parasite unique, l'augmentation proportionnelle de la puissance reproductrice, qui caractérisent les formes les plus évoluées. »

CHIMIE. — *Sur les impressions produites sous l'influence de certains gaz.* Note de M. **A.-J.-J. Vandevelde**, présentée par M. Yves Delage. (Extrait.)

« MM. Vignon et Colson ont récemment démontré que certaines vapeurs donnent naissance à des images négatives à contours dégradés, en agissant

sur des surfaces convenables. Mes expériences ont eu pour effet de généraliser ces résultats.

» J'ai expérimenté successivement avec l'hydrogène sulfuré, l'ammoniaque, l'acide chlorhydrique et l'iode. Les matières sensibles réceptrices étaient respectivement l'acétate de plomb, le tournesol basique et l'empois d'amidon. Les matières étaient déposées, à l'état de dissolution, sur la surface d'un papier blanc lisse, et exposées à l'action des gaz après dessiccation, à l'air libre, de la face humectée.

» *Essais avec l'hydrogène sulfuré.* — On peut utiliser une solution d'hydrogène sulfuré, une solution de sulfure d'ammonium, mieux encore un mélange de 2 parties en poids de sulfure de baryum pulvérisé et de 1 partie de sulfate acide de potassium pulvérisé. Le mélange qui dégage lentement l'hydrogène sulfuré est introduit dans deux nacelles placées de façon à former un V. Les porte-objets sur lesquels se trouvent posées les nacelles permettent d'élever ou d'abaisser la surface dégageant le gaz de 1^{mm} à la fois. Jusqu'à environ 13^{mm} de distance de la face sensible du papier imbibé d'acétate de plomb, les formes du V se dessinent distinctement sur un fond plus pâle, à la face inférieure de la feuille de papier.

» *Essais avec l'ammoniaque.* — Le carbonate d'ammonium sec et pulvérisé ne donne pas, au point de vue expérimental, des résultats satisfaisants. La solution aqueuse d'ammoniaque, au contraire, permet d'étudier les variations de distance et de concentration. Les limites pour lesquelles la lettre V se dessine distinctement en bleu sur le tournesol rouge, sont : 12,75 GV pour 100 : 20^{mm}; 10,20 GV pour 100 : 20^{mm}; 7,65 GV pour 100 : 15^{mm}; 5,10 GV pour 100 : 10^{mm}; 2,55 GV pour 100 : 10^{mm}.

» Quand la limite à laquelle les traits cessent d'être distincts est dépassée, le papier réactif se colore uniformément en bleu; dans le cas de concentration élevée, les traits se dessinent très rapidement.

» *Essais avec l'acide chlorhydrique.* — La solution d'acide chlorhydrique a donné les limites suivantes : 40 GV pour 100 : 25^{mm}; 30 GV pour 100 : 25^{mm}; 20 GV pour 100 : 20^{mm}; 10 GV pour 100 : 10^{mm}. Les traits apparaissent sur le papier bleu de tournesol, en rouge vif sur fond rouge.

» *Essais avec l'iode.* — La solution d'iode dans l'iodure de potassium conduit à des résultats analogues à ceux de l'ammoniaque et de l'acide chlorhydrique. Mais si les empreintes de sulfure de plomb sont inaltérables, chacun sait d'autre part que les empreintes basiques sur le tournesol rouge, les empreintes acides sur le tournesol bleu, les taches bleues d'iodure d'amidon sont très altérables et non susceptibles d'être conservées. La solution d'iode agit aussi plus lentement que les solutions d'ammoniaque et d'acide chlorhydrique, en raison de l'élévation du poids atomique de l'iode, et par conséquent de son moindre pouvoir diffusif. Les limites avec la solution d'iode sont les suivantes : solution décinormale : 15^{mm}; demi-décinormale : 10^{mm}; centinormale : 3^{mm}. »

HYDROLOGIE. — *Sur la rivière souterraine de Trépail (Marne).* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les cavernes naturelles et les rivières souterraines dans les formations crayeuses du bassin de Paris (craie blanche, craie de Rouen, etc.) ont été jusqu'ici considérées comme un phénomène exceptionnel. On cite certaines anfractuosités à Meudon, la cascade souterraine de la carrière de Caumont (près la Bouille, Seine-Inférieure) depuis longtemps signalée par Passy (géologie de la Seine-Inférieure), celle de la Grotte aux Pigeons au cap d'Antifer près d'Etretat, la caverne du Puits des Boscherons (Eure) décrite par M. Ferray, et surtout les cours d'eau souterrains de la Guinand, des Bordes, de Veron, etc. tout récemment étudiés par MM. Le Couppey de la Forest et Bourdon dans la région des sources de la Vanne (Yonne) (*Mémoires de la Société de Spéléologie*, n° 25, janvier 1901) : la plus longue de ces diverses galeries n'a que 150^m d'étendue totale.

» Le 2 juin courant, j'ai visité à Trépail (Marne), entre Verzy et Ambonnay, au sud de Reims, une rivière souterraine d'environ 1^{km} de longueur, entièrement pratiquée dans des diaclases de la craie blanche à bélemnites (C^8 de la carte géologique) dont la hauteur varie de 4^m à 20^m et la largeur de $0^m,50$ à 3^m [1].

» La rivière souterraine de Trépail est *la plus longue que l'on connaisse actuellement dans la craie blanche;* une mesure au pas (très sommaire à cause des grandes difficultés du parcours, pendant 4 heures 30 minutes dans l'eau à 9° C., profonde de $0^m,20$ à $1^m,40$) et le levé approximatif, faits avec le concours de M. Chesnay, ont réduit à environ 1000^m la longueur que les gens du pays évaluaient à plus de $2^{km},500$; l'altitude de l'entrée de la grotte (émergence de la source) est de 192^m; celle du fond accessible, constituée par une voûte mouillante ou siphon d'aqueduc, de 215^m, soit

---

(1) Ce phénomène remarquable était localement connu depuis 1825, date à laquelle paraît remonter le captage de la *source* de Trépail, qui est l'issue de cette rivière; mais il n'avait attiré l'attention de personne et c'est seulement en 1899 que M. Edm. Chesnay, ingénieur à Reims, voulut bien me le signaler comme tout à fait digne d'intérêt; à l'occasion d'un nouveau projet d'amenée d'eau, et sur la demande de M. le préfet de la Marne, j'ai eu, en exécution de la circulaire du Ministère de l'Intérieur du 10 décembre 1900, à effectuer l'examen géologique de la source de Trépail, et cette recherche officielle m'a fourni les données que je développerai ailleurs, en publiant les plans et coupes déposés à l'appui de la présente Note.

une différence de niveau de 23^m, donnant à la rivière une pente de 2,3 pour 100; la coloration à la fluorescéine a mis 3 heures pour parvenir du fond à l'émergence, soit une vitesse d'environ 330^m à l'heure. Absolument comme dans toutes les rivières souterraines des calcaires proprement dits (dévoniens, carbonifères, jurassiques ou crétacés) que j'ai découvertes ou étudiées depuis quinze ans, la grotte de Trépail possède des éboulis de voûtes et de parois, des cascades (ayant jusqu'à $1^m,50$ de hauteur), un petit affluent latéral, un grand aven ou puits naturel intérieur, haut de plus de 20^m, et dont l'orifice extérieur n'est pas connu, des marques frappantes d'érosion et de corrosion, et des revêtements stalagmitiques parfois fort jolis : c'est une véritable caverne à eau courante comme celle des Causses ou du Karst. L'action mécanique et chimique de l'eau s'y exerce encore de la façon la plus active, ainsi que le prouve le chapelet de marmites de géants (rendant le parcours extrêmement pénible) de 2^{dm} à 14^{dm} de diamètre et de profondeur, qui constitue d'une façon ininterrompue le lit même du ruisseau souterrain; le fond de chacune de ces marmites, que séparent de minces cloisons, est plein d'une boue blanche, résidu de la décalcification de la craie.

» L'origine *actuelle* du ruisseau souterrain de Trépail est dans les affaissements du sol ou fontis (sables nummulitiques et de l'argile plastique) qui abondent au nord-ouest de Trépail, dans la forêt de la montagne de Reims (fosse de Trépail, fosse Bathiaude, fosses d'Aulus, etc.). A l'une de ces fosses sans doute correspond plus ou moins directement le grand aven intérieur de la caverne : ces dépressions absorbent en grande quantité les eaux de pluie et des orages, qui sont drainées par la rivière.

» L'origine *ancienne* de la grotte doit être dans l'enfouissement de quelque cours d'eau superficiel miocène ou pliocène qui, aux époques des grandes dénudations champenoises, se sera frayé un cheminement souterrain en agrandissant et en réunissant entre elles une suite de diaclases conjuguées. Les coupes transversales de la galerie montrent nettement dans leur partie médiane le renflement caractéristique d'une période d'écoulement beaucoup plus abondant que de nos jours.

» Au point de vue hygiénique, et sauf quelques restrictions de détail, la source de Trépail peut être considérée comme satisfaisante, parce que *tout son bassin d'alimentation est entièrement et exceptionnellement couvert de bois et dépourvu d'habitations*.

» Mais, en ce qui touche la si grave question de la contamination des résurgences, elle établit formellement, ce que l'on n'a pas encore suffisamment accepté jusqu'à présent, que la craie blanche elle-même peut, tout comme les calcaires proprement dits, posséder une circulation d'eaux courantes en canaux *rapides* au lieu des *nappes* d'imprégnation, fâcheusement admises par tant d'ingénieurs; et qu'en conséquence le filtrage naturel des

eaux de ruissellement absorbées est tout aussi précaire dans les terrains crayeux que dans les calcaires ordinaires. Avec la même facilité, le transport des germes pathogènes peut s'y effectuer par les diaclases qui y drainent et concentrent des infiltrations plus ou moins souillées à l'extérieur.

» Il me semble superflu d'insister sur l'intérêt que présente cette considération, à propos des sources qui ont été captées par la ville de Paris dans les diverses régions crayeuses de l'Avre, de la Vanne et de la Dhuis. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Photomètre physiologique.* Note de M. G.-M. STANOIÉVITCH, présentée par M. Janssen.

« Dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, n° 6), nous avons décrit un photomètre basé sur le principe d'une quantité d'énergie lumineuse minimum; ce photomètre a l'avantage de ne pas avoir besoin d'un étalon lumineux pendant les mesures. La disposition convient bien pour les sources lumineuses d'une intensité un peu faible, telles que les lampes à incandescence, becs de gaz, etc.

» S'il s'agit de sources très intenses, telles que les lampes à arcs, on pourrait se servir du même appareil, en augmentant le nombre de verres dépolis qui se trouvent à l'extrémité dirigée vers la source lumineuse. Pourtant, la disposition suivante des mêmes éléments convient mieux pour ce genre de mesures.

» La partie oculaire de l'appareil, avec sa lentille convergente et les ouvertures de différentes formes, reste la même; seulement, le diaphragme iris est remplacé par un diaphragme à ouverture fixe (de 1^{mm}-2^{mm}). La partie dirigée vers la source lumineuse est changée de façon que, derrière le verre dépoli, on place une lentille convergente, d'une longueur focale de 5^{cm} à 10^{cm}; le diaphragme iris, avec son tambour divisé, est alors placé immédiatement derrière cette lentille. Le diaphragme à ouverture invariable, qui occupe déjà le foyer de la lentille de la partie oculaire de l'appareil, doit occuper en même temps le foyer de cette seconde lentille.

» Le seul élément variable de l'instrument c'est l'ouverture du diaphragme iris; la clarté de la lumière qui, de la source lumineuse, tombe sur le diaphragme invariablement, est proportionnelle à l'ouverture du diaphragme iris, c'est-à-dire au carré de son diamètre. En fermant plus ou moins le diaphragme iris, on laisse tomber sur le diaphragme invariable des quantités de lumière différentes, nécessaires pour faire apercevoir les différentes ouvertures qui se trouvent devant la loupe de la partie oculaire de l'appareil.

» Cette nouvelle disposition du photomètre a cet avantage sur l'appareil décrit pré-

cédemment, qu'elle permet des variations mieux graduées et qui, dans des limites plus larges, assurent à l'appareil un emploi plus général.

» Pour ce qui est de la graduation, de la construction des courbes et de l'emploi de l'appareil dans la rue, les manipulations restent les mêmes que pour l'appareil décrit précédemment. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelle méthode pour la mesure de la sensibilité musculaire.* Note de MM. **Toulouse** et **Vaschide**.

« Il n'existe pas, à notre connaissance, de méthode rigoureuse pour la mesure de la sensibilité musculaire; la grande majorité des auteurs qui s'en sont occupés se contentent généralement d'un criterium relatif et répondant tout au plus aux exigences d'une expérience particulière.

» Conformément aux méthodes de notre système d'appareils pour la mesure des organes sensoriels de relation (¹), les conditions des expériences que nous proposons pour l'exploration du sens musculaire sont rigoureusement déterminées. Voici quel est le principe de cette mesure :

» L'acuité de la sensibilité musculaire est mesurée par le plus petit rapport entre les poids de deux seaux en cuivre, de volume et de formes semblables, dont l'un, l'étalon, conserve un poids constant, et dont l'autre reçoit des plateaux tarés élevant son poids progressivement, lesquels seaux, après avoir été, sans secousse appréciable, alternativement et à 2 secondes d'intervalle, suspendus à un segment de membre immobile et maintenus durant 5 secondes, sont différenciés. La présentation de l'étalon, pour chaque série, provoque une expérience de contrôle et mesure la suggestibilité.

» Les seaux ont les poids suivants : première série, 1^g; deuxième série, 10^g; troisième série, 100^g; quatrième série, 1^{kg}.

» Les seaux de 1^g sont en aluminium, les autres sont en cuivre.

» Dans le seau à poids variable de chaque série, on place des *plateaux* tarés qui permettent d'augmenter sa valeur, par rapport à l'étalon constant, dans la proportion de $\frac{1}{1000}$, de $\frac{1}{100}$ et de $\frac{1}{10}$. Dans chaque série, les plateaux sont au nombre de 10, allant de 1 à 10 unités.

» Les poids des unités sont, pour chaque série de plateaux, les suivants : première

(¹) Toulouse et Vaschide, *Comptes rendus*, 22 janvier, 9 février, 5 mars, 19 mars, 9 juillet 1900. — *Revue de Psychiatrie*, 1900.

série, 1^{mg}; deuxième série, 1^{cg}; troisième série, 1^{dg}; quatrième série, 1^{g}; cinquième série, 10^{g}; sixième série, 100^{g}.

» Les plateaux des première, deuxième et troisième séries sont en aluminium, et les plateaux des quatrième et cinquième séries sont en cuivre. Les plateaux ont une forme cylindrique et sont surmontés d'un crochet préhensible. Pour la première et la deuxième série, on a dû faire usage de fils en aluminium.

» Les poids des seaux augmentent donc, dans chaque série, dans des proportions indiquées par la loi de Weber-Fechner, dont on peut faire une vérification très précise avec notre méthode. »

HYDROLOGIE. — *Sur une série verticale de densités d'eaux marines en Méditerranée.* Note de M. J. THOULET.

« En vertu du principe des vases communicants, les eaux océaniques plus douces voisines des continents tendant sans cesse à se mettre en équilibre de niveau avec les eaux plus salées, la densité est un des facteurs les plus importants de la circulation océanique à la surface et surtout dans les profondeurs. Pour le reconnaître expérimentalement, il convient de recueillir les échantillons d'eaux en séries verticales, aussi près que possible les uns des autres, de prendre la densité $n S_4^\theta$ de chacun d'eux dans sa condition même d'activité, c'est-à-dire à la température θ qu'il possédait *in situ*, et corrigée de l'effet de la compression s'il a été ramené de la profondeur de n mètres. On comparera ensuite entre elles plusieurs de ces séries. Cette comparaison se fait en dressant, suivant une série de plans parallèles à la surface de la mer, des cartes par isopycnes, analogues aux cartes par courbes isohypses terrestres. Le courant s'effectue des régions à densités faibles vers les régions à densités fortes, et avec une vitesse proportionnelle au gradient.

» Grâce aux nouvelles bouteilles imaginées par M. J. Richard, ce travail a déjà commencé en Méditerranée. Les huit échantillons d'eaux recueillis à bord du yacht *Princesse-Alice*, au large de Monaco (43°36′ lat. N., 5°18′30″ long. E.), depuis la surface jusqu'au fond, par 1485^{m}, ont été analysés dans mon laboratoire de Nancy. Les résultats obtenus sont inscrits sur le Tableau suivant.

» Les densités ont été prises au pycnomètre, à 0°, et ramenées à $n S_4^\theta$ au moyen d'un graphique dont j'ai publié en détail le mode de confection ainsi que par les formules connues de correction de compressibilité. Les halogènes ont été dosés par liqueur

titrée d'azotate d'argent, l'ammoniaque libre et l'ammoniaque albuminoïde au moyen du réactif de Messler.

Profondeur (mètres).	Temp. θ *in situ*.	S_4^θ.	S_4^0.	nS_4^0.	Halogènes dosage direct.	Chloruration d'après les halogènes (Kundsen).	Chloruration d'après S_4^0 (Kundsen).	Salinité (Kundsen).	AzH^3 libre.	AzH^3 album.
surface	14,8	1,03031	1,02814	1,02814	20,98	20,78	20,88	37,71	0,11	0,08
285	13,2	1,03046	1,02863	1,02999	21,09	20,89	20,98	37,90	0,08	0,06
485	13,1	1,03085	1,02903	1,03136	21,31	21,10	21,25	38,38	0,04	0,06
685	13,1	1,03083	1,02902	1,03231	21,30	21,09	21,23	38,35	0,02	0,06
885	12,8	1,03087	1,02912	1,03337	21,34	21,13	21,26	38,40	0,02	0,06
1085	13,0	1,03086	1,02907	1,03428	21,34	21,13	21,25	38,39	0,01	0,05
1285	13,0	1,03089	1,02909	1,03525	21,38	21,16	21,27	38,42	0,01	0,05
1485 (fond)	12,9	1,03080	1,02903	1,03615	21,31	21,10	21,21	38,31	tr.	0,05

» Les chlorurations et les salinités ont été calculées en partant de la densité S_4^0 à 0° d'après les *Hydrographische Tabellen* publiées par M. Kundsen, de Copenhague, en conformité avec les décisions des Congrès océanographiques internationaux de Stockholm et de Christiania. On remarque que, contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, les valeurs de la chloruration (poids de chlore par 1000^g d'eau) ne sont pas identiques lorsqu'on les obtient en s'appuyant sur la densité S_4^0 mesurée directement à 0°, ou bien en partant du total des halogènes dosés directement. Comme M. Kundsen n'a pas encore fait connaître les procédés qui ont servi à dresser les *Hydrographische Tabellen,* je me borne à signaler ce défaut de concordance.

» La série des densités ne prendra son importance véritable que lorsqu'on pourra la comparer à d'autres séries verticales voisines. Il y a lieu cependant d'observer dès à présent que, contrairement à l'opinion générale admettant l'immobilité des eaux méditerranéennes déjà à une faible distance de la surface, on constate jusqu'à 1485^m des variations de température, de densité à 0°, de chloruration et de salinité. Les densités nS_4^0 croissent régulièrement de la surface au fond, tandis que l'ammoniaque libre décroît régulièrement beaucoup plus rapidement que l'ammoniaque albuminoïde qui néanmoins décroît aussi. »

M. **Rooke** adresse une Note intitulée : « Utilisation des cendres ménagères d'anthracite, au point de vue des couleurs pour la peinture ».

M. **de Marx** adresse, par l'entremise de M. de Lapparent, la suite de son Mémoire sur « L'Ether, principe universel des forces » ; 4e Partie : « la Constitution moléculaire. — La matière radioactive ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUIN 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Nouvelles recherches sur les piles fondées sur l'action réciproque de deux liquides;* par M. BERTHELOT.

« L'étude des sécrétions animales et autres réactions de Chimie physiologique m'a conduit à examiner certaines piles dont l'énergie résulte de réactions salines, exercées entre deux liquides, au lieu de dériver de l'attaque des métaux, comme dans la pile de Volta et dans la plupart de celles mises en jeu par les industriels et les physiciens. J'ai communiqué à l'Académie les résultats généraux de cet examen (¹). J'avais annoncé qu'il me paraissait nécessaire d'approfondir davantage les conditions spéciales de la mise en œuvre de cet ordre de piles. En conséquence, j'ai institué des expériences relatives aux points suivants :

» 1° Production par de semblables piles d'un courant électrique continu, d'intensité mesurable;

» 2° Développement d'une force électromotrice proprement dite, susceptible d'atteindre une limite spécifique et définie, pour chacun des systèmes de pile que j'ai envisagés, au même titre et sous les mêmes réserves que la pile de Volta primitive et analogues;

» 3° Détermination de l'intensité du courant produit par ces piles, et comparaison de cette intensité avec celles qui sont susceptibles de fournir un débit électrolytique apparent, c'est-à-dire tel que les produits de l'électrolyse ne soient pas dissimulés par les phénomènes de diffusion, polarisation et autres, conformément à ce que j'avais admis dans mes Notes précédentes. Ce sont ces résultats que je vais exposer.

(¹) *Comptes rendus*, séances des 14, 21, 28 avril et 5 mai 1902.

Première Partie. — *Sur la limite d'intensité du courant d'une pile qui correspond à la manifestation d'un débit électrolytique apparent dans un voltamètre.*

» Je vais d'abord examiner le débit d'une pile bien définie, et à force électromotrice constante, à savoir celle d'une pile constituée par des éléments Daniell. On sait que 2 éléments Daniell décomposent l'eau acidulée par l'acide sulfurique avec dégagement d'hydrogène et d'oxygène, dans un voltamètre; la pile ayant une force électromotrice égale à $2^{volts},2$, et la force contre-électromotrice du voltamètre une valeur un peu inférieure à $1^{volt},6$. Cette dernière sera diminuée, si l'on place dans le voltamètre une substance susceptible d'absorber l'oxygène, le pyrogallol par exemple; la force contre-électromotrice se trouvant alors réduite à $0^{volt},8$, d'après mes essais: ce qui permet de constater un dégagement d'hydrogène avec un seul élément Daniell. On opère avec un voltamètre dont les deux pôles sont constitués par des fils de platine, gros et courts, très rapprochés. La résistance du voltamètre est très faible dans ces conditions, et l'on sait d'ailleurs que celle d'un élément Daniell ordinaire est voisine de 1 à 2 ohms. Ceci admis, je dispose une pile de 2 éléments Daniell; j'interpose sur le trajet du courant une résistance métallique connue, extérieure à la pile; je fais croître cette résistance jusqu'au point où le dégagement gazeux cesse d'être visible. En opérant sous la pression atmosphérique, à une température voisine de 15°, j'ai constaté qu'aucun dégagement gazeux ne se manifeste, avec une résistance de 5000 ohms. Vers 2000 ohms, on aperçoit des indices d'électrolyse A 1000 ohms le phénomène devient très net.

» D'après ces chiffres, la différence des forces électromotrices de la pile et du voltamètre étant: $2,2 - 1,6 = 0^{volt},6$, l'intensité est représentée par $I = 0^{amp},0003$ pour 2000 ohms. Ce qui répond à un débit de $0^{mg},000187$ d'hydrogène par minute. Pour 1000 ohms : $0^{mg},00037$.

» On a répété l'expérience en plaçant le voltamètre dans un vase où la pression était réduite à $0^{m},005$, soit à $\frac{1}{152}$ de la pression normale. La résistance variant de 100000 ohms à 30000 ohms, aucun gaz visible. Vers 25000 ohms, indices de dégagement d'hydrogène au pôle négatif. En coupant le circuit, ce dégagement cesse; ce qui est un contrôle nécessaire. A 20000 ohms, dégagement gazeux net, mais lent. A 10000 ohms, dégagement rapide, aux deux pôles.

» Observons ici qu'une bulle renfermant un même poids de gaz offre, sous la pression de $0^{m},005$, un diamètre 5 fois aussi grand environ que sous la pression atmosphérique: ce qui en accroît singulièrement la visi-

bilité et l'aptitude à rompre la cohésion du liquide. Aussi aperçoit-on alors des bulles qui répondent à un poids beaucoup plus petit.

» D'après les chiffres ci-dessus, à pression réduite, le débit d'hydrogène en 1 minute commence à se manifester nettement sous une résistance de 20000 ohms; ce qui répond à $I = 0^{amp},00003$, c'est-à-dire, par minute, à un poids d'hydrogène égal à $0^{mg},000018$; avec 25000 ohms, $0^{mg},000014$; soit, vers la limite, 1 à 2 cent-millièmes de milligramme. Le volume de la bulle, en fraction de centimètre cube, répond à des valeurs numériques 11 fois plus considérables, d'après la densité de l'hydrogène.

» Des déterminations analogues, exécutées avec 2 éléments Daniell et un voltamètre contenant du pyrogallol, ont montré que l'électrolyse, sous la pression atmosphérique, n'est pas manifeste avec une résistance extérieure de 25000 ohms. Elle offre des indices avec 20000 ohms. Elle est très nette avec 10000 ohms. Pour 20000 ohms, on aura $I = 0^{amp},00007$ et, par conséquent, hydrogène dégagé pendant 1 minute : $0^{mg},000044$. Pour 10000 ohms, hydrogène en 1 minute : $0^{mg},000087$ (au pôle négatif seul).

» Dans le vide, c'est-à-dire sous une pression de $0^{m},006$, on a opéré avec un Daniell seulement. Le dégagement gazeux au pôle négatif est douteux avec une résistance de 100000 ohms, visible à 90000 ohms, très régulier à 50000 ohms.

» La différence des forces électromotrices de la pile et du voltamètre est ici $1,1 - 0,6 = 0^{volt},5$. Il y a indice douteux pour $I = 0^{amp},000003$, répondant à un dégagement d'hydrogène, par minute, de $0^{mg},0000018$. Le fait est certain pour $I = 0^{amp},000006$; soit, hydrogène par minute : $0^{mg},0000036$, c'est-à-dire 4 millionièmes de milligramme.

» Il serait fort inexact de prétendre qu'au-dessous de ces limites il n'y ait plus d'électrolyse; mais c'est le terme au-dessous duquel, dans les conditions où j'opère, les gaz produits demeurent dissous. Si l'on prolonge la réaction, ils se diffusent dans les espaces ambiants, ou s'y recombinent peu à peu par l'effet de la polarisation.

» En résumé, les chiffres suivants indiquent les poids d'hydrogène dont le dégagement accompli pendant la durée d'une minute est très nettement visible dans le voltamètre, les limites de sensibilité de cette apparition étant environ moitié plus faibles :

	Voltamètre à SO^4H^2.	Le même avec pyrogallol.
Pression : $0^{m},760$.....	$0^{mg},000370$	$0^{mg},0000870$
Pression : $0^{m},005$.....	$0^{mg},000014$	$0^{mg},0000036$

» On voit que le pyrogallol donne lieu à des résultats quatre fois plus petits; ce qui tient probablement à ce qu'il s'oppose davantage à la polarisation, en absorbant l'oxygène. Ces chiffres montrent le degré de sensibilité du mode de détermination employé pour vérifier l'existence d'un débit électrolytique appréciable.

» Les valeurs précédentes vont nous servir comme termes de comparaison pour les nouvelles piles. Elles permettent, en effet, de prévoir l'aptitude à produire un débit électrolytique manifeste pour une pile dont on connaît l'intensité, la force électromotrice et la résistance intérieure. Les chiffres calculés d'après les observations précédentes, faites sur des éléments Daniell, se vérifient exactement avec les nouvelles piles fondées sur l'action réciproque de deux liquides, comme il sera montré dans la troisième Partie du présent Mémoire.

Deuxième Partie. — *Sur la force électromotrice développée dans les piles fondées sur des réactions salines opérées entre deux dissolutions.*

» La force électromotrice développée dans les piles fondées sur des réactions salines entre deux dissolutions, dans mes expériences, a été mesurée sous trois conditions différentes :

Tantôt en plaçant l'une des deux dissolutions, celle de la soude par exemple, dans un vase intérieur poreux, tel que celui des éléments Daniell; l'autre dissolution, celle de l'acide sulfurique, étant contenue dans un vase extérieur, de verre ou de faïence;

» Tantôt en plaçant les deux dissolutions dans deux vases distincts, à des niveaux différents, et faisant écouler l'une dans l'autre, à l'aide d'un large siphon de verre muni d'un robinet de verre;

» Tantôt enfin en superposant simplement les deux liqueurs : ce qui n'est praticable que pour certains cas où la réaction des liquides mis en contact n'est pas trop brusque.

» Dans ces diverses conditions, l'énergie physico-chimique, génératrice de l'électricité, a son siège à la surface de contact des deux liquides : surface du vase poreux, ou extrémité du siphon immergée dans le liquide inférieur, ou bien encore surface de juxtaposition des liquides; tandis que la mesure de la différence de potentiel, c'est-à-dire la force électromotrice est prise à un autre endroit, entre les deux pôles, constitués chacun par une lame de platine soudée (au chalumeau oxyhydrique) avec un fil de platine de longueur convenable. C'est là un point essentiel, car dans la pile

de Volta et analogues, le siège de la réaction chimique, c'est-à-dire les métaux, est constitué par les pôles mêmes, siège également de la force électromotrice mesurée. Cette distinction entre le siège de la réaction chimique et les points où l'on mesure la force électromotrice représente une différence très importante entre les conditions caractéristiques des deux ordres de piles. En tout cas, l'intensité du courant est nécessairement subordonnée à celle des réactions physico-chimiques, source de l'énergie développée dans chaque pile.

» J'ajouterai que, dans la pile que j'étudie, la nature des dissolutions se modifie continuellement, comme dans la pile primitive de Volta, d'ailleurs, et, par suite, la force électromotrice. Celle-ci ne peut se maintenir à un niveau sensiblement constant que si le mélange est très lent, condition réalisée d'ailleurs par l'emploi des vases poreux ordinaires. Pour préciser, il suffira de dire que dans une expérience le vase poreux renfermait $0^g,400$ de soude (NaOH) dissoute dans 50^{cm^3} de liquide; au bout de 30 minutes, la perte de titre alcalin s'élevait à une valeur voisine de $0^g,004$, soit $0^g,00013$ par minute; au bout de 3 heures, à $0^g,028$; au bout de 20 heures, à $0^g,382$; suivant ainsi une progression lente, mais accélératrice.

» Les conditions sont bien différentes lorsqu'on superpose les deux liquides sans aucun vase poreux, ou bien lorsqu'on fait écouler par un robinet une liqueur dans l'autre. Par exemple, dans une de mes expériences, il passait 16^{cm^3} d'acide par minute, ce qui saturait environ 3 centièmes de la soude du vase inférieur.

» Lorsqu'on emploie les vases poreux, il y a à peu près réciprocité, que l'acide soit contenu à l'intérieur ou à l'extérieur, et inversement; tandis que, dans le cas de l'action par écoulement, l'acide agit tout le temps sur un excès d'alcali, lequel se trouve, à la vérité, en présence du sulfate de soude, ce qui n'exerce qu'une faible influence sur la force électromotrice. Au contraire, la soude, en s'écoulant dans un excès d'acide, forme du bisulfate; ce qui ne fournit pas un état final identique au précédent, pour une même durée d'expériences; du moins jusqu'à ce que la totalité des liquides (employés à dose équivalente) ait été mélangée.

» Ajoutons encore, pour achever de définir ces expériences, que les vases doivent être isolés avec le plus grand soin. En effet, les quantités d'électricité produites à chaque instant étant excessivement faibles, le moindre contact soit avec les objets extérieurs, soit entre les pôles et les parois des vases, soit entre les parois des deux vases, plus ou moins

humides, donne lieu à des fuites électriques plus ou moins notables. Ces fuites sont surtout marquées lorsqu'on opère par des temps humides, tels que ceux de l'année 1902. Aussi les expériences de ce genre ont-elles été beaucoup plus pénibles que l'an dernier.

» Sans plus insister, j'arrive aux déterminations numériques, destinées à bien définir la grandeur des forces électromotrices caractéristiques de chaque système de piles.

» I. Acide sulfurique ($1^{mol} = 2^{éq} = 10^{l}$) et soude ($1^{mol} = 5^{éq} = 5^{l}$).

» *Vases poreux.* — Acide : 250^{cm^3}, vase extérieur, pôle +; soude : 50^{cm^3}, vase intérieur, pôle —.

» Les déterminations ont été faites en remplissant 12 éléments de pile et en attendant quelque temps, afin que l'imbibition fût suffisante. On a exécuté les mesures sur 2 éléments, jusqu'à ce que la valeur obtenue fût à peu près constante. Ce qui avait lieu, d'ailleurs, au bout de peu de temps en juillet 1901, la température étant alors voisine de 25° et l'atmosphère extérieure sèche; mais plus lentement en 1902, avec une atmosphère très humide.

» On a opéré, en 1901, sur 4 échantillons distincts, à des époques différentes; on a trouvé E (force électromotrice observée pour un élément) :

$$0^{volt},57, \quad 0^{volt},56, \quad 0^{volt},60, \quad 0^{volt},62.$$

» C'est ici le lieu de dire que les nombres publiés dans les *Comptes rendus* (t. CXXXIV, p. 800 et suivantes) sur les différents systèmes soumis à mes études ont tous été obtenus d'après plusieurs déterminations, faites sur des échantillons distincts.

» J'ai cru devoir reprendre cette année (juin 1902), vers la température de 15°, dans des conditions hygrométriques très défavorables, les mêmes déterminations, en notant cette fois la succession des valeurs observées, lesquelles ont exigé un temps notablement plus long pour arriver à la limite. Voici ces valeurs observées sur divers échantillons différents. Le courant était fermé, chaque fois, seulement le temps nécessaire pour faire les lectures, afin de prévenir, autant que possible, la polarisation dont j'ai signalé précédemment l'intervention active dans cet ordre de piles, où elle se produit aisément.

» Un certain nombre de mesures ont été faites concurremment, sur la même pile, avec le galvanomètre d'Arsonval et avec l'électromètre capillaire Lippmann. On oppose 1 et 2 Daniell à 2 éléments $SO^4H^2 + NaOH$.

On immerge les vases poreux à 11^h. Le voltage monte continuellement. Les chiffres qui suivent sont calculés pour 1 élément de pile.

» 1° A $11^h 5^m$, $0^{volt},36$; à $11^h 10^m$, $0^{volt},39$; à $11^h 22^m$, $0^{volt},41$; à $11^h 44^m$, $0^{volt},44$; à $12^h 6^m$, $0^{volt},47$; à $2^h 46^m$, $0^{volt},51$; à $3^h 4^m$, $0^{volt},53$.

» 2° Autre expérience : à $11^h 50^m$, $0^{volt},37$; à $12^h 7^m$, $0^{volt},43$; à $2^h 49^m$, $0^{volt},52$.

» Lorsqu'on prolonge trop longtemps, le voltage finit par baisser, lentement d'ailleurs; tant en raison des changements de composition des liqueurs que de la polarisation produite au cours de ces épreuves réitérées.

» *A fortiori* la fermeture prolongée du circuit fait-elle tomber le voltage; mais ceci sera étudié dans une autre partie.

» 3° Expérience sans vase poreux, avec siphon et robinet de verre. 2 éléments de pile. Au moment où l'on ouvre les robinets, on a trouvé E, force électromotrice, pour 1 élément : $0^{volt},58$.

» Le circuit ayant été fermé pendant 5 minutes pour des mesures d'intensité, aussitôt après on a mesuré $E = 0^{volt},61$.

» 4° Autre pile du même genre : au début, sur 6 éléments, $0^{volt},52$. Ces petites inégalités proviennent en grande partie de la difficulté de maintenir les piles parfaitement isolées, surtout en temps humide.

» En tout cas, on voit que la pile dont il s'agit tend à acquérir par le repos, à circuit ouvert, une constitution qui répond à une force électromotrice caractéristique et déterminée, voisine de $0^{volt},60$.

» Résumons des expériences analogues, exécutées par d'autres systèmes.

» II. Soude et chlorure de sodium. Vase poreux. Chaque corps pour la concentration, $1^{éq} = 5^l$. — NaOH, 50^{cm^3}, vase poreux intérieur, pôle —; NaCl, 250^{cm^3}, vase poreux extérieur, pôle +.

» 1° Expériences de 1901, à 25°, 1 élément : $0^{volt},33$; $0^{volt},35$; $0^{volt},40$; $0^{volt},40$; $0^{volt},41$.

» 2° Expériences de 1902, à 15° : E immédiat, $0^{volt},31$. Demeure à peu près constant pendant 45 minutes.

» 3° Autres, sur 6 éléments : $0^{volt},30$.

» 4° Mélange sans vase poreux; robinet et siphon, $0^{volt},30$.

» III. Chlorure de sodium et acide chlorhydrique, vase poreux.

» 1° Expériences de 1901, 25° : $0^{volt},13$.

» 2° Expériences de 1902, 15° : $5^h 43^m$, $0^{volt},085$; $5^h 56^m$, $0^{volt},12$; $6^h 15^m$, $0^{volt},12$.

» 3° Autre expérience : au début, $0^{volt},135$; après 9 minutes, $0^{volt},12$; après 40 minutes, $0^{volt},135$.

» IV. Acide sulfurique et sulfate de soude : SO^4H^2 et SO^4Na^2. Concentrations comme ci-dessus.

» 1° Expériences de 1901, 1 élément : $0^{volt},20$; $0^{volt},23$; $0^{volt},24$. Vase poreux.

» 2° Expériences de 1902. Vase poreux : $4^h 19^m$, $0^{volt},18$; $4^h 25^m$, $0^{volt},24$; $4^h 30^m$, $0^{volt},24$.

» Puis la force électromotrice baisse, par diffusion et peut-être polarisation (lors des clôtures de circuit). $4^h 50^m$, $0^{volt},20$.

» 3° Expérience de 1902. Mélange sans vase poreux, avec robinet et siphon. L'acide versé dans le sel, $0^{volt},20$.

» V. Acide lactique et bicarbonate de soude. Vase poreux.

» 1° Expériences de 1901 : $0^{volt},18$; $0^{volt},20$; $0^{volt},19$.

» 2° Expériences de 1902 : $0^{volt},22$; après 22 heures (circuit ouvert), $0^{volt},23$.

» VI. Chlorure de sodium concentré ($NaCl + 10H^2O$), vase intérieur, pôle +: étendu ($NaCl + 200H^2O$), vase extérieur, pôle −.

» 1° Expérience de 1901, 25°, faites par trois expérimentateurs différents sur des échantillons distincts : $0^{volt},12$.

» 2° Expériences de 1902, 15°, sur 2 éléments : à $3^h 12^m$, par élément, $0^{volt},03$; $3^h 24^m$, $0^{volt},07$; $3^h 44^m$, $0^{volt},09$; 5^h, $0^{volt},10$; $5^h 55^m$, $0^{volt},12$.

» 3° Autre : $5^h 43^m$, $0^{volt},085$; $5^h 45^m$, $0^{volt},096$; $5^h 56^m$, $0^{volt},12$; $6^h 15^m$, $0^{volt},12$.

» Ces variations me paraissent attribuables principalement à l'état hygrométrique de l'atmosphère. En tout cas, le système tend vers une force électromotrice déterminée, tant que sa composition intérieure ne varie pas trop.

» 4° Dissolution étendue, superposée à la dissolution concentrée sur une large surface. Le pôle inférieur (lame de platine) est soudé à un fil de platine, soudé lui-même dans un tube de verre vertical qui traverse les deux dissolutions.

» Réaction immédiate : $0^{volt},10$.

» La diffusion s'opère rapidement : après 2 minutes, $0^{volt},09$; après 3 minutes, $0^{volt},08$, etc.

» Ainsi toutes ces expériences concourent à établir l'existence d'une force électromotrice définie, susceptible d'atteindre une valeur maxima par un mélange convenable, tant que la composition du système varie peu, sans cependant rester absolument constante; en un mot assimilable à celui de l'élément fondamental de la pile de Volta primitive.

TROISIÈME PARTIE. — *Intensité du courant et débit électrolytique.*

» Je me suis attaché à constater l'existence d'un courant continu, déterminé par les piles spéciales fondées sur des réactions salines, cette existence ayant été contestée, et j'ai déterminé en même temps l'intensité de ce courant et la force électromotrice, au début et à la fin des essais, en opérant avec une résistance extérieure connue. On déduit de là la résistance intérieure de la pile et le poids de l'hydrogène qu'elle serait susceptible de produire pendant 1 minute, dans un voltamètre renfermant soit de l'acide sulfurique étendu, soit cet acide additionné de pyrogallol, conditions où la force contre-électromotrice est connue. Ce poids peut être comparé avec le poids limite, susceptible d'être manifesté dans les conditions définies plus haut. On a ainsi un contrôle des constatations relatives au débit électrolytique efficace des nouvelles piles, telles que je les ai formulées dans mes Communications antérieures.

» Je décrirai seulement quelques-unes de mes expériences envisagées comme types, me bornant à transcrire les conclusions des autres.

» I. $SO^4H^2 + NaOH$. Vase poreux. Proportions indiquées précédemment.

» 1. 6 éléments : force électromotrice actuelle

$$0^{\text{volt}},49 \times 6 = 2^{\text{volts}},94 = E.$$

» On ferme le courant. La déviation du galvanomètre [1] varie d'abord

---

([1]) E = force électromotrice de la pile mesurée; soit $\varepsilon \times N$, ε étant celle d'un élément et N le nombre des éléments.

R = résistance extérieure connue, laquelle est la somme de la résistance métallique (interposée pour ramener l'image du miroir du galvanomètre de l'échelle entre les limites convenables et pour régler le régime de décharge de la pile) et de la résistance du galvanomètre d'Arsonval employé (205 ohms dans le cas présent).

L'échelle est placée à une distance de 104^{cm} du galvanomètre.

Une division de l'échelle répond à $\frac{1 \text{ ampère}}{2\,000\,000}$, pour n dimensions mesurées.

L'intensité du courant de la pile

$$I = \frac{n \text{ ampères}}{2\,000\,000}.$$

On sait qu'un ampère correspond à un dégagement de $0^{\text{g}},037$ d'hydrogène par heure; soit $0^{\text{mg}},62$ par minute.

rapidement. Elle commence à être observable au bout de 2 minutes : $28^{div} = n$; après 3 minutes : $22^{div},5$; après 4 minutes : 19^{div};

» A ce moment, $E = 0,33 \times 6 = 1^{volt},98$.

Résistance extérieure........................	4000 ohms = R
Résistance intérieure........................	= ρ

I, intensité du courant :	$0^{amp},000011$ après 2 min.;		$0^{amp},0000095$ après 4 min.
$\rho = x$................	206000 ^{ohms}	»	204000 »

» Intensité du courant fermé sur un voltamètre à acide sulfurique étendu (dont la résistance est négligeable) :

$0^{amp},0000065$; puis $0^{amp},0000018$;

sur un voltamètre avec pyrogallol :

$0^{amp},0000110$; puis $0^{amp},0000050$.

» Débit électrolytique exprimé en milligrammes d'hydrogène par minute, avec la résistance ρ.

Voltamètre à SO^4H^2 : $0^{mg},0000040$ après 2 min.; $0^{mg},0000011$ après 4 min.

Le même avec pyrogallol : $0^{mg},0000062$ et $0^{mg},0000031$.

» Les dernières valeurs sont celles qu'il convient surtout d'envisager, en raison de la chute graduelle de la force électromotrice.

$\rho = x =$ résistance intérieure de la pile; on l'a calculée d'après la formule

$$E = I(R + x), \qquad x = \frac{E}{I} - R = \rho.$$

Lorsqu'on ferme le courant sur le voltamètre à eau acidulée, avec fils de platine gros et courts très rapprochés, la résistance du voltamètre étant négligeable, l'intensité du courant qui détermine l'électrolyse, $i = \frac{E - 1,6}{\rho}$.

Pour le voltamètre, avec addition de pyrogallol, $i' = \frac{E - 0,8}{\rho}$;

$1^{volt},6$ étant une force électromotrice plus que nécessaire pour décomposer l'eau acidulée; $0^{volt},8$ pour cette même eau additionnée de pyrogallol.

Le débit électrolytique, calculé pendant 1 minute et estimé en milligrammes d'hydrogène : $\delta = i \times 0,62$ pour le premier cas, et $\delta' = i' \times 0,62$ pour le second cas.

Observons que, s'il existe une grande inégalité entre R et x, et si n varie peu à peu, le calcul de x fournit des valeurs dont le degré d'approximation dépend du rapport de R à x et de la grandeur de n. De même pour les valeurs de I.

» Le circuit a été ouvert après la dernière mesure relative à $E = 1,98$.

» On a poursuivi l'expérience, afin d'observer la marche de la pile.

» Au bout d'un quart d'heure de repos (15 minutes), le voltage était remonté à $0,43 \times 6 = 2^{\text{volts}},58$.

» L'énergie intérieure, en partie épuisée par la production du courant pendant 5 minutes, s'était donc régénérée, par le fait de la réaction chimique.

» On a fermé de nouveau le courant et déterminé les intensités. Je me bornerai, pour simplifier, à indiquer le nombre de divisions de l'échelle du galvanomètre.

» Après 2 minutes : 18^{div}; après 3 minutes : $15^{\text{div}},5$; après 4 minutes : $13^{\text{div}},5$; après 5 minutes : $12^{\text{div}}, 5$. A ce moment, $E = 0,26 \times 6 = 1^{\text{volt}},56$.

» Il y avait donc encore un courant régulier, avec intensité définie, quoique décroissante.

» Le circuit ayant été ouvert, au bout de 7 minutes, le voltage a remonté à $0,32 \times 6 = 1,92$; au bout d'une heure, $0^{\text{volt}},41 \times 6 = 2^{\text{volts}},46$.

» On a fermé pour la troisième fois le courant et déterminé les intensités.

» Après 3 minutes : 19^{div}; après 4 minutes : 11^{div}; après 5 minutes : 9^{div}; après 7 minutes : 8^{div}; $E = 0^{\text{volt}},28 \times 6 = 1^{\text{volt}},68$. Elle remonte en 1 minute à $1^{\text{volt}},74$.

» A ce moment, c'est-à-dire après 3 heures écoulées depuis le commencement de l'expérience, le titre de l'alcali avait diminué de 7 centièmes, soit $0^{g},028$ par élément; ce qui répondrait à $0^{mg},16$ de soude par minute, équivalant à $0^{mg},004$ d'hydrogène. Pour 6 éléments, ces valeurs équivalent à $0^{mg},024$ d'hydrogène par minute, chiffre de beaucoup supérieur au débit électrolytique calculé d'après les intensités les plus fortes, celles du début.

» D'où il suit que la fraction d'énergie chimique transformée en énergie électrique, dans la pile actuelle, est très faible.

» En poursuivant encore, on a trouvé que, 36 heures plus tard, il n'y avait plus ni force électromotrice, ni courant. Mais à ce moment toute la soude était neutralisée, et le vase poreux contenait de l'acide libre, sans que cependant les deux liqueurs fussent parvenues à la même composition.

» L'expérience précédente renferme l'histoire complète d'un élément, acide sulfurique, soude, constitué en séparant les composants au moyen d'un vase poreux.

» Voici maintenant un élément constitué sans vase poreux, par l'écou-

lement de l'acide sulfurique ($SO^4H^2 = 10^l$) dans la soude ($NaOH = 5^l$), au moyen d'un siphon de verre à robinet.

» Ce robinet débite 16^{cm^3} par minute. Chaque vase contenant 600^{cm^3} de liquide. E = 0^{volt},58 par élément.

» 6 éléments : circuit fermé. Après 2 minutes, 30^{div}; après 3 minutes, 24^{div},5; après 4 minutes, 23^{div}. A ce moment, E = 0^{volt},61.

» L'énergie chimique a donc été entretenue constante, par l'effet d'un mélange plus rapide.

» L'intensité a été calculée pour 23^{div} et 6 éléments, c'est-à-dire pour un voltage de 3^{volts},6 : ce calcul conduit à évaluer dans le voltamètre à acide un débit électrolytique d'hydrogène de 0^{mg},0000040, valeur inférieure à la limite de sensibilité, même sous pression réduite, soit 0^{mg},000014. 6 éléments, en effet, n'ont produit aucun effet visible.

» Mais, avec addition de pyrogallol, le calcul de l'expérience a donné 0^{mg},0000056, chiffre qui surpasse la limite de sensibilité 0^{mg},0000036. Or, j'ai vérifié, et cela à deux reprises, avec des piles différentes, que 6 éléments ($SO^4H^2 + NaOH$), sans vase poreux, dégagent de l'hydrogène dans un voltamètre avec pyrogallol, sous une pression réduite à 0^m,005. Cette vérification est fort importante, à la fois comme caractéristique des piles fondées sur la neutralisation d'une base par un acide, et comme contrôle de la limite de sensibilité des épreuves électrolytiques.

» L'énergie attribuable à l'action chimique étant ici, d'après les analyses, équivalente à celle qui décomposerait l'eau en dégageant 0^g,020 d'hydrogène par minute, on voit, comme plus haut, qu'une très faible fraction est changée en énergie voltaïque.

» II. J'ai exécuté des expériences analogues avec les piles fondées sur les systèmes suivants : $SO^4H^2 + SO^4Na^2$; $HCl + NaCl$; acide lactique et bicarbonate de soude. La marche de ces piles a été analogue à celle de la pile $SO^4H^2 + NaOH$. Toutes ont donné des courants continus, mais avec des forces électromotrices moindres et des intensités plus faibles, surtout avec les piles constituées par deux solutions de chlorure de sodium inégalement concentrées. La chute de la force électromotrice est également assez rapide, et cette force tend pareillement à se rétablir plus ou moins lentement, lorsqu'on maintient le circuit ouvert.

» Dans aucun cas, en opérant avec 6 éléments, les intensités n'ont été suffisantes pour que le calcul permît d'atteindre les limites de sensibilité définies plus haut comme celles où le débit électrolytique devient appré-

ciable dans le voltamètre, même avec l'aide d'une pression réduite et le concours du pyrogallol : résultat conforme à mes expériences antérieures. Ces piles n'en développent pas moins un courant électrique continu, sensible au galvanomètre et avec des forces électromotrices définies.

» Il serait trop long de reproduire ici le détail de ces observations, qui seront exposées dans une publication plus détaillée. Mais je crois utile de donner encore des expériences faites avec les piles constituées par la soude et le chlorure de sodium, NaOH + NaCl, soit seuls, soit avec le concours du pyrogallol et de l'eau oxygénée.

» III. (1) NaOH ($1^{éq} = 5^{l}$, vase intérieur, poreux, pôle —), NaCl ($1^{éq} = 5^{l}$, vase extérieur, pôle +). 6 éléments (en partie polarisés) $E = 0^{volt},19 \times 6 = 1^{volt},14$; R extérieur $= 4000^{ohms}$.

» Circuit fermé; après 2 minutes : $6^{div},5$; après 3 minutes : 5^{div}; 4 minutes: $4^{div},5$; 5 minutes : 4^{div}.

» E tombe à $0^{volt},10 \times 6 = 0^{volt},60$.

» Circuit ouvert : en 20 minutes E remonte à $0^{volt},16 \times 6 = 0^{volt},96$.

» Circuit fermé de nouveau. Après 2 minutes: 4^{div}; de 3 à 5 minutes : 3^{div}. E tombe à $0^{volt},05$.

» Toutes ces intensités sont insuffisantes pour produire un dégagement de gaz visible, même à pression réduite.

» (2). Un autre essai a été exécuté avec des éléments sans vase poreux, dans lesquels le mélange du chlorure de sodium (vase supérieur) avec la soude (vase bitubulé inférieur) s'accomplissait par un siphon de verre à robinet.

6 éléments : $E = 0^{volt},30 \times 6 = 1^{volt},80$, R extérieur : 4000 ohms.

Circuit fermé (en agitant le vase inférieur).

Après 2 minutes : 15^{div}; 3 minutes : 9^{div}; 4 minutes : 7^{div};

5 minutes : $7^{div},5$; E final : $0^{volt},15 \times 6 = 0^{volt},90$.

» L'intensité est insuffisante pour qu'il puisse y avoir électrolyse manifeste dans le voltamètre, même sous pression réduite et avec pyrogallol.

» (3). NaOH + NaCl. Vases poreux. On ajoute du pyrogallol dans la soude.

6 éléments : $0^{volt},54 \times 6 = 3^{volts},24$. R extérieur : 54000 ohms.

Courant fermé.

» Cette fois, l'intensité est à peu près constante. En effet :

Après $\frac{1}{4}$ de minute : 69^{div} ; 2 minutes : 68^{div} ; 3 minutes : $67^{div},3$;
4 minutes : 67^{div} ; 5 minutes : $66^{div},5$.
E final : $0^{volt},47 \times 6 = 2^{volts},82$.

» Circuit ouvert : en 10 minutes, E remonte à $3^{volts},12$.

» On ferme de nouveau le courant.

Après 1 minute : 66^{div} ; 2 minutes : $65^{div},8$; 3 minutes : $65^{div},2$;
4 minutes : 65^{div}.
E final : $2^{volts},58$.

» Circuit ouvert : en 1 minute, E remonte à $2^{volts},88$.

» Dans une troisième série de mesures consécutives, l'intensité répondait à 63^{div} qui n'ont pas varié en 4 minutes. E tombe à $2^{volts},4$.

» Les intensités observées, d'après le calcul, doivent décomposer l'eau dans le voltamètre sous pression réduite (débit calculé : $0^{mg},000025$; limite de sensibilité prévue : $0^{mg},000014$) ; ce que vérifie une expérience antérieure faite avec l'élément analogue $SO^4Na^2 + NaOH$, qui répond à une force électromotrice un peu plus forte.

» (4). $NaOH + NaCl$. On ajoute du pyrogallol dans la soude, de l'eau oxygénée dans le chlorure de sodium.

6 éléments : $0^{volt},79 \times 6 = 4^{volts},74$. R extérieur : 54000 ohms.
Après 1 minute : 89^{div} ; 2 minutes : 88^{div} ; 3 minutes : $87^{div},2$;
4 minutes : 87^{div}.
E final : $4^{volts},70$.

» Ces nombres répondent à une intensité presque constante et ils font prévoir, tout calcul fait, un débit électrolytique très visible : ce que l'expérience avait constaté, d'ailleurs, antérieurement d'une façon indépendante de tout calcul.

» Il me paraît utile d'entrer à cet égard dans des détails plus circonstanciés, afin de bien établir la théorie des nouvelles piles que j'ai étudiées et la concordance entre le calcul et l'observation, relativement à leur débit électrolytique. Soit λ le poids limite d'hydrogène susceptible d'être mani-

festé très nettement dans le voltamètre ([1]), λ_1 et λ'_1 se rapportant à l'acide sulfurique étendu sous les pressions $0^{mm},760$ et $0^{mm},005$, ce qui exige une force électromotrice voisine de $1^{volt},6$; tandis que λ_2 et λ'_2 se rapportent à cet acide additionné de pyrogallol, ce qui exige une force électromotrice voisine de 0^{volt}; soit l'intensité du courant définie par une division de l'échelle du galvanomètre : $I = \frac{1 \text{ ampère}}{2000000}$; pour n divisions, $I = \frac{n \text{ ampères}}{2000000}$.

» Le poids de l'hydrogène mis en liberté pendant 1 minute sera $\frac{n \times 0^{mg},62}{2000000}$.

» Soient encore ε^{volt} la force électromotrice d'un élément de pile, et $N\varepsilon^{volt}$ celle de N éléments, mesurée au moment où l'intensité du courant qu'ils développent est représentée par n divisions de l'échelle; sous une résistance extérieure de R ohms.

» Cherchons quelle est la relation entre les valeurs mesurées, de façon à en déduire le nombre minimum d'éléments susceptible de produire un débit électrolytique très nettement appréciable.

» i étant l'intensité du courant que produit l'électrolyse dans le voltamètre à acide sulfurique étendu, et ρ la résistance totale du circuit, pile et voltamètre compris, on a la relation connue $i = \frac{N\varepsilon - 1,6}{\rho}$; avec addition de pyrogallol dans le voltamètre : $i' = \frac{N\varepsilon - 0,8}{\rho}$.

» La résistance du voltamètre étant négligeable par rapport à celle de la pile, dans les conditions de l'opération, ρ se réduit à la résistance intérieure de la pile, en admettant que celle-ci soit la même pendant l'électrolyse que pendant les mesures de l'intensité I du courant, sans que le voltamètre existe dans le circuit. Dès lors, on a

$$N\varepsilon = I(R + \rho); \qquad \rho = \frac{N\varepsilon}{I} - R,$$

et par conséquent

$$i = \frac{N\varepsilon - 1,6}{\frac{N\varepsilon}{I} - R} = \frac{N\varepsilon - 1,6}{\frac{2000000\,N\varepsilon}{n} - R}.$$

» En remplaçant 1,6 par 0,8, on a la pression de i'.

» L'intensité i étant exprimée en ampères, il suffira de multiplier le

---

(1) La limite relative au début du phénomène est difficile à préciser; elle serait à peu près deux fois plus faible, d'après les études de la page 1463.

nombre correspondant par 0,62 pour savoir le poids d'hydrogène dégagé par minute, exprimé en milligrammes, et le comparer avec la valeur limite λ. Soit, par exemple, la pile sans vase poreux, constituée par le système SO^4H^2 + NaOH, N = 6; ε = 0^{volt},60 ; R = 4000 ohms; $n = 23^{div}$.

» Ce calcul donne $i = 0^{amp},0000065$, et, par suite, débit d'hydrogène par minute : $0^{mg},0000040 < \lambda'_1 (= 0,000014)$, c'est-à-dire inappréciable à la vue. Mais $i' = 0^{amp},000009$, ce qui correspond à un débit d'hydrogène de $0^{mg},0000056 > \lambda'_2 (0,0000036)$, c'est-à-dire manifeste.

» Or le contraste indiqué par le calcul entre les deux phénomènes est vérifié par mes expériences, antérieures à tout calcul de ce genre.

» Soit encore la pile NaOH + NaCl, vase poreux (3), avec pyrogallol ajouté dans la soude :

$$N\varepsilon(\text{final}) = 2^{volts},82; \qquad R = 54000 \text{ ohms}; \qquad n = 65^{div}.$$

» Débit d'hydrogène par minute, calculé d'après l'intensité : $0^{mg},0030$; ce chiffre est très voisin de $\lambda_1 (0,00037)$ sous la pression $0^m,760$; λ_1 répondrait d'ailleurs à un dégagement net. En fait, un dégagement sensible était déjà visible avec des intensités moindres, comme il a été dit à la page 1463. On a exécuté, d'ailleurs, ce calcul avec le voltage le plus bas; car, au début, on avait $3^{volts},24$. L'expérience s'accorde bien, dès lors, avec le calcul.

» Elle s'accorde mieux encore sous une pression de $0^m,005$; car la valeur $\lambda'_1 = 0^{mg},000014$, chiffre 20 fois plus petit que 0,00030. Or, en fait, sous cette pression, le dégagement gazeux constaté était très net, même avec un nombre moindre d'éléments.

» En résumé, il y a concordance entre les valeurs calculées et les observations.

» Soit enfin l'addition simultanée du pyrogallol dans la soude et de l'eau oxygénée dans le chlorure de sodium.

$$N\varepsilon(\text{initial et final}) = 4^{volts},7; \qquad R = 84000 \text{ ohms}; \qquad n = 87^{div}.$$

$$i = \frac{4,7 - 1,6 = 3,1}{\frac{2000000 \times 4,7}{87} - 84000} = \frac{3,1}{24000} = 0^{amp},0013,$$

répondant à $0^{mg},0008$ d'hydrogène par minute;

$$i' = \frac{4,7 - 0,8 = 3,9}{24000} = 0^{amp},0016,$$

répondant à $0^{mg},0010$ d'hydrogène par minute.

» Ainsi l'on a : débit d'hydrogène calculé d'après l'intensité :

$0^{mg},0008$, voltamètre à acide seul.
$0^{mg},0010$, voltamètre avec pyrogallol.

» La première valeur, comparée au chiffre 0,00037, montre que le dégagement, sous la pression atmosphérique, doit avoir lieu avec 6 éléments. Et même au-dessous (voir p. 1463). En fait on a observé déjà, avec 4 éléments, un dégagement faible. Ce dégagement a été bien plus net sous pression réduite, comme le faisait prévoir le chiffre calculé d'après l'intensité : $0^{mg},000087$.

» Observons, à cet égard, que l'on pourrait pousser plus loin ces vérifications. En admettant, sous réserve d'ailleurs, que la résistance intérieure des éléments de pile est proportionnelle au nombre des éléments disposés en série, soit $\rho = N\rho'$, le calcul indique pour 3 éléments du système ci-dessus $\rho = 12000$ ohms : d'où, pour le débit de l'hydrogène par minute, $0^{mg},000040$; chiffre inférieur au débit observable sous la pression atmosphérique, mais supérieur au débit $0^{mg},000014$ observable sous pression réduite. Or, ce résultat s'accorde avec l'observation faite sur un système analogue dérivé de $SO^4Na^2 + NaOH$.

» Avec le pyrogallol, les limites λ sont beaucoup plus éloignées en petitesse ($0^{mg},000087$ sous la pression atmosphérique; $0^{mg},0000036$ sous pression réduite) des valeurs calculées d'après l'intensité : aussi a-t-on observé le dégagement avec 2 éléments $SO^4Na^2 + NaOH$. Pour un système de ce genre, $\rho = 8000$ et le débit d'hydrogène par minute $= 0^{mg},00006$, quantité voisine de la limite qui répond à la pression atmosphérique et plus forte que celle qui répond à une pression réduite.

» Ces résultats sont d'autant plus significatifs que les observations de débit électrolytique manifeste ont été consignées dans mes publications antérieures, à une époque où je n'avais pas encore déterminé les limites de sensibilité du débit électrolytique, ni les intensités de courant qui produisent les débits observés. La concordance des résultats observés devient par là singulièrement décisive.

» En résumé, l'ensemble de ces observations confirme et précise, en les caractérisant d'une façon plus complète, les résultats de mes études antérieures sur les piles dont l'énergie résulte de l'action réciproque de deux dissolutions, sans attaque des métaux qui forment la base de la plupart des piles usitées jusqu'à présent. L'intérêt des nouvelles piles résulte sur-

tout des applications dont elles paraissent susceptibles pour les phénomènes physiologiques. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Propriétés d'une certaine anomalie pouvant remplacer les anomalies déjà connues dans le calcul des perturbations des petites planètes.* Note de M. O. CALLANDREAU.

« En principe, il n'y a pas lieu de considérer, pour les problèmes de Mécanique céleste, de variable indépendante autre que le temps t. M. H. Poincaré n'en a jamais considéré d'autre dans ses beaux travaux, où il a rattaché d'une manière systématique les équations différentielles à intégrer aux équations de forme canonique, et imprimé par là aux théories un caractère de symétrie et d'élégance assez rare dans cette branche de la Science.

» Si les astronomes, quand les excentricités des orbites ne sont pas très petites, ont employé comme variable indépendante, à la place de t, soit la longitude vraie (Clairaut, d'Alembert, Laplace, etc.), soit l'anomalie excentrique (Hansen); si la symétrie des formules a été regardée comme secondaire, cela tient sans doute à des motifs d'ordre pratique qui n'ont d'ailleurs rien d'absolu, puisque suivant le degré d'avancement des théories les points de vue changent, ainsi que le montre bien l'histoire de la théorie de la Lune exposée dans le Tome III du *Traité* de Tisserand.

» Il peut donc y avoir encore quelque intérêt à revenir sur le choix de la variable indépendante permettant d'éviter, dans une certaine mesure, les multiplications de séries infinies, et, spécialement, de rendre linéaires les équations différentielles, à cause de la facilité des calculs et de la convenance pour l'ajustement, au moins provisoire, de la théorie avec les observations de pouvoir tirer aisément les valeurs des constantes des équations de condition.

» Je me propose de compléter ici quelques indications sommaires d'un Mémoire inséré dans le septième Cahier, 2 série, du *Journal de l'École Polytechnique* (voir p. 32 et suiv.).

» Si l'on représente le lieu des pieds des perpendiculaires abaissées d'un des foyers d'une ellipse sur les tangentes comme enveloppe d'une droite mobile ayant pour équation $x\cos\alpha + y\sin\alpha - \varphi(\alpha) = 0$, il est facile

d'avoir les coordonnées x, y d'un point de l'ellipse sous la forme

$$\left(\varphi' = \frac{d\varphi(\alpha)}{d\alpha}\right),$$

$$(1) \quad \begin{cases} x = \dfrac{\varphi^2 - \varphi'^2}{\varphi} \cos\alpha - 2\varphi' \sin\alpha, \\ y = \dfrac{\varphi^2 - \varphi'^2}{\varphi} \sin\alpha + 2\varphi' \cos\alpha; \end{cases}$$

d'ailleurs, par une propriété du rayon de courbure,

$$\varphi'' + \varphi = a \qquad \text{demi-grand axe de l'ellipse.}$$

» On est ainsi conduit aux formules suivantes de transformation, où u est l'anomalie excentrique, e l'excentricité, ϖ la longitude du périhélie :

$$(2) \qquad \cos u = \frac{\cos(\alpha - \varpi) - e}{1 - e\cos(\alpha - \varpi)}, \qquad \sin u = \frac{\sqrt{1 - e^2}\sin(\alpha - \varpi)}{1 - e\cos(\alpha - \varpi)}.$$

» La variable α conduit donc, comme la longitude vraie et l'anomalie excentrique, à une équation différentielle linéaire; elle jouit de la propriété de conserver la forme de la fonction perturbatrice; en outre, elle a ceci de particulier qu'elle se rapproche beaucoup plus d'être proportionnelle au temps t que l'anomalie vraie. On a, en effet, en posant

$$(3) \quad \begin{cases} e = \sin\psi, \qquad \beta = \tang\dfrac{\psi}{2}, \\ \text{longitude moyenne} = u - e\sin u + \varpi \\ \qquad = \alpha + 2\beta(1 - \cos\psi)\sin(\alpha - \varpi) + \beta^2(1 - 2\cos\psi)\sin 2(\alpha - \varpi) + \ldots, \end{cases}$$

de sorte que la différence : longitude moyenne $- \alpha$, est comparable à $\frac{1}{4}e^2$ (en parties du rayon) au lieu d'atteindre respectivement $2e$ et e avec la longitude vraie et l'anomalie excentrique.

» La substitution à l'anomalie excentrique u de la variable α [formules (2)], qui pourrait peut-être s'appeler *anomalie tangentielle*, pour la mise en œuvre des méthodes de Hansen, procurera sans doute des avantages dans le calcul des perturbations générales : l'expression de l'anomalie excentrique de la planète troublante au moyen de α devient plus facile, alors que les autres parties du travail sont à peine modifiées.

» On sait que Hansen rattache le calcul des coordonnées à la recherche

de deux fonctions W et ν, lesquelles dépendent de trois auxiliaires données par des quadratures ([1]).

» Quand il existe une commensurabilité approchée entre les moyens mouvements, il convient de faire intervenir des équations différentielles à la place des quadratures.

» Pour fixer les idées, considérons le cas du mouvement dans le plan; on déduit des équations différentielles

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{\mu x}{r^3}=\frac{\partial R}{\partial x},$$
$$\frac{d^2y}{dt^2}+\frac{\mu y}{r^3}=\frac{\partial R}{\partial y},$$

en partant des formules (1) et prenant α comme variable indépendante (les accents indiquent des dérivées) :

$$(4)\quad \tfrac{1}{2}\mu\frac{\varphi'+\varphi'''}{(\varphi+\varphi'')^2}=\frac{dx}{d\alpha}\frac{\partial R}{\partial x}+\frac{dy}{d\alpha}\frac{\partial R}{\partial y}-\left[\left(\frac{dx}{d\alpha}\frac{\partial R}{\partial y}-\frac{dy}{d\alpha}\frac{\partial R}{\partial x}\right)\frac{\varphi^2+\varphi'^2}{\varphi(\varphi+\varphi'')}\right]',$$

$$(5)\quad \frac{C^2}{\varphi^3}(\varphi+\varphi'')\frac{d\alpha^2}{dt^2}=\frac{C\mu\varphi}{(\varphi^2+\varphi'^2)^2}+\frac{dx}{d\alpha}\frac{\partial R}{\partial y}-\frac{dy}{d\alpha}\frac{\partial R}{\partial x},$$

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned}&\tfrac{1}{2}\mu\frac{C'}{\varphi+\varphi''}-\tfrac{1}{2}\mu C\frac{\varphi'+\varphi'''}{(\varphi+\varphi'')^2}\\&\quad=C\frac{\varphi^2+\varphi'^2}{\varphi^2}\left(x\frac{\partial R}{\partial y}-y\frac{\partial R}{\partial x}\right)-\left[\left(\frac{dx}{d\alpha}\frac{\partial R}{\partial y}-\frac{dy}{d\alpha}\frac{\partial R}{\partial x}\right)\frac{(\varphi^2+\varphi'^2)^2}{\varphi(\varphi+\varphi'')}\right].\end{aligned}\right.$$

On a posé

$$C=2\varphi(\varphi+\varphi'')-\varphi^2-\varphi'^2=(\varphi+\varphi'')^2-\varphi'^2-\varphi''^2,$$

d'où

$$C'=2\varphi(\varphi'+\varphi''').$$

» Les équations différentielles (4), (5) peuvent d'abord recevoir une forme telle que

$$\frac{d^2\varphi}{d\alpha^2}+\varphi+\int(\varphi+\varphi'')^2P\,d\alpha+(\varphi+\varphi'')^2Q+\ldots=0,$$
$$\frac{dt}{d\alpha}=\sqrt{\frac{C(\varphi+\varphi'')}{\mu}}\,\frac{\varphi^2+\varphi'^2}{\varphi^2}\left(1-\frac{1}{2}\,\frac{\varphi^2+\varphi'^2}{\varphi}Q\ldots\right).$$

» La méthode des coefficients indéterminés, si connue des astronomes,

---

([1]) M. Radau a expliqué en quelques lignes (*Bulletin astronomique*, 1892, p. 332) l'économie du procédé de Hansen.

peut être employée pour l'intégration comme dans les travaux récents de M. Brendel ([1]), avec l'avantage que le remplacement de t par α se fera plus facilement que par la longitude vraie, variable indépendante de Gyldén et des deux auteurs cités.

» Mais l'intégration peut aussi se faire par approximations successives, en utilisant la relation suivante, conséquence des équations différentielles et de (6) :

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{1}{2}\mu\frac{\varphi'+\varphi'''}{(\varphi+\varphi'')^2}-n'\left(\sqrt{\frac{C\mu}{\varphi+\varphi''}}\right)'+\left(\frac{T}{\varphi+\varphi''}\right)'\cdots\\ &\quad=\frac{dR}{d\alpha}-\left[\frac{\partial R}{\partial r'}\frac{dr'}{dt}+\frac{\partial R}{\partial v'}\left(\frac{dv'}{dt}-n'\right)\cdots\right]\frac{dt}{d\alpha};\end{aligned}\right.$$

n', r' et v' sont le moyen mouvement, le rayon vecteur et la longitude de la planète perturbatrice; on a posé

$$T=\left(\frac{dx}{d\alpha}\frac{\partial R}{\partial y}-\frac{dy}{d\alpha}\frac{\partial R}{\partial x}\right)\frac{\varphi^2+\varphi'^2}{\varphi}.$$

» La relation ci-dessus, une fois intégrée, joue le rôle de la relation connue sous le nom d'*intégrale de Jacobi*.

» L'expression de t au moyen de α s'écrit

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned} &t=\int\left(\frac{\varphi+\varphi''}{\mu}\right)^{\frac{3}{2}}d\alpha\\ &\quad-\frac{1}{2}\frac{\varphi'\varphi''}{(\varphi'+\varphi'')^2}-\frac{2}{3}\frac{\varphi'^3}{(\varphi+\varphi'')^3}\cdots\\ &\quad+\text{termes ayant la masse perturbatrice } m' \text{ en facteur};\end{aligned}\right.$$

la seconde ligne représente les termes périodiques de l'expression de t, qui se confondent avec (3) pour $m'=0$. D'après ce qui a été déjà dit, il est loisible de développer les sinus et les cosinus d'un argument $i\alpha+i'n't$ suivant les puissances de l'ensemble de ces termes, ce qui réduit l'argument à

$$i\alpha+i'n'\int\left(\frac{\varphi+\varphi''}{\mu}\right)^{\frac{3}{2}}d\alpha+\ldots.$$

([1]) Martin Brendel, *Theorie der kleinen Planeten*. Berlin, 1898. Voir aussi Julius Kramer, *Theorie der kleinen Planeten; die Planeten vom Hecuba Typus*. Berlin, 1902. La méthode des coefficients indéterminés a reçu de nouveaux développements dans ce travail.

» La relation (7) intégrée, qui joue le rôle de l'intégrale de Jacobi, fait dépendre $\varphi + \varphi''$ de $\varphi'^2 + \varphi''^2$.

» Si maintenant on pose $\varphi' = x$ et si l'on substitue pour $\varphi + \varphi''$ sa valeur en $\varphi'^2 + \varphi''^2$, l'équation différentielle (4) se change en celle-ci :

$$(9) \qquad \frac{d^2x}{d\alpha^2} + x + m'f\left(x, \frac{dx}{d\alpha}, \alpha\right) = 0.$$

» Les approximations successives débuteront par l'hypothèse

$$\varphi'^2 + \varphi''^2 = x^2 + x'^2 = \text{const},$$

ce qui entraîne

$$\varphi + \varphi'' = \text{const}.$$

C'est l'hypothèse d'une ellipse mobile, mais de grandeur constante, qui peut être considérée comme point de départ commun à toutes les théories.

» Il est indiqué d'introduire des coordonnées polaires en posant

$$x = \eta \cos\theta, \qquad y = x' = \eta \sin\theta, \qquad \eta = \sqrt{x^2 + x'^2}.$$

» Dans le cas où R ne dépend que de la distance r, la relation (6) permet d'arriver directement à une équation telle que (9), α ne figurant pas dans f.

» Un cas beaucoup plus intéressant est celui où, négligeant dans (7) les petites quantités comparables à $m'e'$, m'^2, on a en vue l'effet des seules inégalités à longue période, en rejetant tous les termes périodiques autres que ceux renfermant le petit diviseur. »

M. O. Callandreau fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de publier : « Sur le calcul numérique des coefficients dans le développement de la fonction perturbatrice ». (Extrait du *Journal de l'École polytechnique*, 2e série, Cahier 7.)

CORRESPONDANCE.

M. Bouquet de la Grye, Président, représentera l'Académie à la célébration du 25e anniversaire de la fondation de l'Observatoire du Puy de Dôme, qui aura lieu le dimanche 6 juillet.

M. **Bouvier**, M. **Houssay**, M. **R. Blanchard** prient l'Académie de les comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

ASTRONOMIE. — *Influence de la grandeur photographique des étoiles sur l'échelle de réduction d'un cliché.* Note de M. **Prosper Henry**, présentée par M. Lœwy.

« En raison de l'application, tous les jours plus fréquente, de la Photographie à l'Astronomie de précision, il devient indispensable de rechercher les causes d'erreurs, même les plus minimes, qui peuvent affecter les résultats. L'influence de la grandeur des étoiles sur la valeur de l'échelle, quoique faible, ne paraît cependant pas devoir être négligée.

» M. Gill a proposé (¹) de faire l'étude de la distorsion optique et celle de la variation de l'échelle suivant la grandeur des étoiles, en comparant les positions déduites de la plaque photographique à celles obtenues par la méthode visuelle. Nous pensons que, dans ces sortes de recherches, la Photographie doit, au contraire, se suffire à elle-même, sous peine de voir s'inscrire dans les résultats les erreurs des positions provenant des mesures faites à l'oculaire.

» Il est, à notre avis, une méthode préférable, très simple d'ailleurs, et précise, qui consiste à photographier, sur une même plaque, une région quelconque du Ciel, avec une faible pose d'abord, puis avec une pose plus prolongée, après avoir préalablement déplacé d'une petite quantité la position du micromètre pointeur. Il est évident que si, dans ces deux expériences, la grandeur réelle des étoiles reste la même, il en sera tout autrement sur le cliché, où leur grandeur apparente sera très différente.

» Un cliché étant fait ainsi qu'il vient d'être dit plus haut, on mesure les coordonnées et les grandeurs des étoiles photographiées, et l'on déduit par la méthode des moindres carrés le rapport $1+n$ de l'échelle de la première pose à celle de la seconde. Pour une différence moyenne de grandeur $g'-g$, la quantité $\frac{n}{g'-g}$ sera la variation de l'échelle pour une différence d'une unité dans l'échelle de grandeurs que l'on a adoptée.

(¹) *Bull. du Comité de la Carte du Ciel*, t. I, p. 14.

» Cette méthode, comme on le voit, ne nécessite pas la transformation des coordonnées rectilignes en ascensions droites et déclinaisons; de plus, les images des deux poses d'une même étoile étant très voisines, on peut négliger les erreurs du réseau. Une correction de l'échelle, pour tenir compte de la variation de la réfraction, ne serait nécessaire que si les deux poses étaient très espacées et faites loin du méridien.

» Voici les résultats obtenus sur deux clichés :

Cliché.	$g'-g$.	n.	$\frac{n}{g'-g}$.
185	+2,85	+0,000098	+0,000034
187	+3,25	+0,000075	+0,000022
Accroissement moyen de l'échelle pour une grandeur...			+0,000028

» Nous donnons ici une autre méthode que l'on peut employer lorsqu'on possède la réduction en ascensions droites et déclinaisons d'étoiles appartenant à des clichés d'une même zone. On sait que ces clichés empiètent légèrement l'un sur l'autre, de sorte qu'ils comprennent un certain nombre d'étoiles communes. On choisit parmi ces dernières quelques belles étoiles, de grandeur moyenne g, et l'on prend la moyenne a des différences en ascension droite de chaque étoile entre un cliché et le suivant. On prend également un groupe d'étoiles faibles, de grandeur moyenne g', donnant une différence moyenne d'ascension droite a' entre le premier groupe et le second. Les deux groupes doivent être, autant que possible, de même déclinaison.

» Si nous appelons x la différence d'ascension droite entre le centre du premier cliché et le centre du premier groupe, $x - A$ la même différence sur le second cliché, A étant la distance des centres des deux clichés, et si nous ajoutons à la valeur de l'échelle τ, que nous supposons voisine de l'unité, une petite correction $\Delta\tau$, x recevra un accroissement $x\,\Delta\tau$ dans le premier cliché, et $(x - A)\Delta\tau$ dans le second, et a deviendra $a - A\,\Delta\tau$. Pour que a devienne nul, il faudra donc avoir

$$\Delta\tau = \frac{a}{A}.$$

» Le même raisonnement s'applique évidemment au second groupe, où l'on doit avoir, pour rendre a' nul,

$$\Delta'\tau = \frac{a'}{A}.$$

» L'accroissement de la valeur de l'échelle $\Delta'\tau - \Delta\tau$, pour une diffé-

rence de grandeur $g' - g$, est donc

$$\frac{a' - a}{A},$$

et pour une unité dans la grandeur

$$\frac{a' - a}{(g' - g)A}.$$

» Voici les nombres déduits de quatre comparaisons différentes, pour lesquelles $A = 480^s$:

Numéros des clichés.	g.	g'.	$g' - g$.	a.	a'.	$a' - a$.
				s	s	s
131-132.....	9,42	11,60	2,18	−0,028	+0,009	+0,037
132-147.....	9,54	11,26	1,72	−0,011	−0,002	+0,009
147-560.....	9,49	11,15	1,66	+0,024	+0,025	+0,001
560-596.....	9,00	11,49	2,49	−0,054	−0,010	+0,044
		Moyennes.....	2,01			+0,023

» On en déduit :

Accroissement moyen de l'échelle pour une grandeur...... +0,000 024

» Ces comparaisons pourraient être également faites en employant les étoiles des clichés de deux zones voisines, l'une de déclinaison D et l'autre de déclinaison $D + 1^\circ$; mais, dans ce cas, la valeur de A étant diminuée de moitié, la précision serait deux fois moins grande.

» Voici, de plus, un fait qui démontre jusqu'à l'évidence l'influence de la grandeur des étoiles sur la variation de l'échelle : les éléments des clichés de la zone $+24^\circ$ du *Catalogue photographique de l'Observatoire de Paris* ont été déterminés par deux procédés différents : 1° par notre méthode de raccordement, où τ est déduit de positions d'étoiles dont la grandeur est égale à la moyenne de celles du *Catalogue;* 2° en se basant sur les étoiles de repère, beaucoup plus brillantes que les premières. Or, d'après une comparaison qui repose sur la discussion de 85 clichés, la seconde méthode donne pour τ, par rapport à la première, une valeur systématiquement trop faible de 0,000 088. La différence entre les grandeurs moyennes des étoiles employées dans les deux cas est égale à 3; il en résulte :

Accroissement moyen de l'échelle pour une grandeur.... = + 0,000 029

» Toutes ces déterminations se rapportent, bien entendu, aux clichés

obtenus à l'aide de l'objectif de l'Observatoire de Paris; il n'est pas douteux que les mêmes recherches appliquées à d'autres instruments donneraient des résultats différents. Pour notre part, nous continuerons les comparaisons en les étendant à un plus grand nombre de clichés. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Extension de l'hypothèse cathodique aux nébuleuses.* Note de M. H. **Deslandres**, présentée par M. Janssen.

« Dans une Note récente, publiée aux *Comptes rendus* (*Sur la force répulsive et les actions électriques émanées du Soleil*, p. 1902), j'ai rappelé que plusieurs hypothèses, et en particulier l'hypothèse d'un rayonnement solaire cathodique, émises par Arrhénius, professeur de Physique à Stockholm, pour expliquer certains phénomènes célestes, avaient été déjà développées par des astronomes. J'ai fait la même remarque pour le rayonnement solaire hertzien invoqué dans le même but par un jeune physicien, Nordman. Cette dernière hypothèse, signalée dans les livres classiques, quoique en général sous un autre nom, a subi déjà plusieurs critiques, en particulier de la part de Lord Kelvin.

» En même temps, j'ai exposé quelques idées personnelles sur la formation des nébuleuses. Or, dans l'avant-dernière séance, Nordman leur a opposé quelques objections, auxquelles je réponds aujourd'hui.

» Cependant je désire ne pas engager une longue discussion sur ces questions de cosmogonie, qui, naturellement obscures, dépassent souvent la portée de nos connaissances. Les grands esprits (Laplace, Hirn, Faye, Wolff) auxquels nous devons nos idées courantes sur la matière les ont présentées, à la fin de leur carrière, comme le résultat de longues méditations. Il convient donc de traiter ces questions avec une grande réserve; pour ma part, je les ai jusqu'à présent abordées à la fin de Mémoires consacrés surtout à des recherches expérimentales. J'ai présenté l'hypothèse du rayonnement cathodique solaire, pour expliquer surtout la couronne, après l'observation de l'éclipse de 1893 et cinq années d'études journalières sur la chromosphère; puis j'ai complété l'application aux comètes et à la Terre, à propos d'expériences sur les rayons cathodiques; enfin, l'extension aux nébuleuses a suivi l'observation photographique, à Meudon, des petites nébuleuses qui échappent aux instruments ordinaires.

» La lumière des nébuleuses est attribuée par Arrhénius aux particules électrisées, et par Nordman aux ondes hertziennes qui leur arrivent de tous les points de l'espace. Ces explications sont inadmissibles; car, par l'effet

des mêmes causes, l'atmosphère terrestre devrait avoir, la nuit, un éclat au moins égal. La cause de cette lumière doit être dans la nébuleuse elle-même.

» La forme spirale reconnue dans plusieurs nébuleuses par Lord Rosse, mais d'une manière incomplète, a été relevée exactement par les photographies de Roberts, et de plus a été trouvée très générale; ce résultat a été complété pour les petites nébuleuses avec les instruments de Lick et de Meudon. Sur les dessins de Lord Rosse, la nébuleuse spirale ressemble aux tourbillons des rivières; sur les photographies, on aperçoit seulement avec netteté deux spires diamétralement opposées ou symétriques par rapport au noyau, chaque spire étant parfois double ou multiple, exactement comme les queues doubles et multiples des comètes. Nordman explique ces formes par la force centrifuge: mais cette force, qui est fictive et n'a pas d'existence réelle, ne fournit qu'une apparence d'explication.

» De mon côté, j'ai cherché simplement dans le système solaire, plus voisin de nous et plus accessible, des phénomènes semblables, et c'est ainsi que j'ai comparé la nébuleuse à une comète double ou, mieux, au système formé par le Soleil et les deux rayons coronaux diamétralement opposés qui correspondent aux deux belles protubérances également opposées que l'on observe si souvent. Or, les causes appliquées déjà à la genèse des rayons coronaux peuvent, si on les suppose agrandies, expliquer la nébuleuse et ses spires. Tel est le point capital de ma théorie.

» La cause, d'ailleurs inconnue, qui produit les protubérances opposées, donne lieu, si elle est beaucoup plus active, à deux énormes jets coronaux ou cathodiques, qui, une fois formés avec une masse appréciable, persistent pendant un temps très long, grâce au phénomène permanent de marée provoqué dans l'astre central. Quant à la forme courbe des jets, elle s'explique aisément, en supposant au noyau un état magnétique semblable à celui de la Terre. Les files de particules (1), voisines du plan équatorial, électrisées et repoussées, sont courbées par la force magnétique dans

---

(1) Ces particules sont des particules de condensation, de dimensions et de vitesses variables. Les spires doubles et multiples s'expliquent comme les queues doubles et multiples des comètes, d'après les idées de Bredichin.

Le rayonnement cathodique de vitesse variable repousse et électrise ces particules de condensation; il doit aussi très probablement repousser les gaz, puisque, suivant les expériences de J.-J. Thomson, la très petite particule qui constitue le rayon cathodique est deux mille fois plus petite que l'atome d'hydrogène.

le sens des spires, la courbure étant proportionnelle à l'intensité du champ et en raison inverse de la vitesse des particules. On explique de même les courbures des rayons coronaux solaires, et la concentration de l'aurore boréale aux pôles terrestres.

» M. Nordman objecte surtout que les spires, étant gazeuses, ne subissent pas sûrement la répulsion cathodique, non constatée encore avec les gaz. Mais il n'est pas exact que les nébuleuses soient seulement gazeuses; les deux grandes nébuleuses spirales citées par Nordman (Chiens de Chasse et Andromède) ont justement un spectre continu et non un spectre de gaz; et la plupart des nébuleuses spirales sont dans le même cas; de plus, les nébuleuses dites *gazeuses* ont souvent aussi un spectre continu plus ou moins faible. L'objection n'est pas valable et même se retourne contre l'hypothèse du rayonnement hertzien présentée par son auteur. D'ailleurs, dans ses Notes précédentes, Nordman discute sur l'atmosphère gazeuse continue de la couronne solaire; or on a remarqué plusieurs fois déjà qu'une telle atmosphère est impossible; elle aurait une densité infiniment faible et ne pourrait être lumineuse. Les gaz coronaux sont concentrés autour des particules liquides ou solides qui peuvent être très espacées ([1]). Cette distribution a été admise par Huggins, par Lockyer dans l'hypothèse météoritique, et par moi-même dans mon Rapport de 1896; et, pour des raisons analogues, elle doit être acceptée pour les queues cométaires et les nébuleuses (au moins dans leurs parties extérieures).

» Quant au noyau de la nébuleuse, dans notre théorie, il émet un rayonnement cathodique, lequel, comme on sait, est possible même avec des corps obscurs (en particulier les corps radio-actifs). J'ai noté incidemment que certains noyaux sont riches en rayons ultra-violets qui ionisent les gaz et favorisent indirectement l'émission cathodique.

» En résumé, l'hypothèse cathodique, appliquée successivement au Soleil, aux comètes, à la Terre, aux nébuleuses, explique bien les faits qui, au premier abord, paraissent les plus énigmatiques. Elle s'appuie sur les grands travaux de laboratoire poursuivis depuis 20 ans sur les gaz raréfiés et les tubes à vide, et donc prend naturellement sa place dans le domaine astronomique, constitué surtout par des espaces vides et des atmosphères à basse pression. L'expérience indique que, dans les gaz

---

([1]) Avec cette distribution, un spectre purement gazeux est possible. Ainsi, un observateur, placé dans l'ombre de la Terre et analysant la lumière d'un pôle terrestre visité par une aurore boréale, verrait seulement un spectre de gaz.

raréfiés, l'énergie électrique prend la forme cathodique; aussi le rayonnement cathodique, qui est doué d'ailleurs de propriétés remarquables, doit jouer un rôle important dans les phénomènes célestes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fractions continues algébriques.* Note de M. R. DE MONTESSUS DE BALLORE, présentée par M. Appell.

« Laguerre (*Œuvres*, p. 344) a développé en fraction continue la fonction

$$z = \left(\frac{x+1}{x-1}\right)^{\omega},$$

où ω est une constante *quelconque*. Les réduites de ce développement sont des fractions rationnelles $\frac{f_n}{\varphi_n}$, dont les deux termes sont des polynomes en x déterminés par les relations

$$f_{n+1} - (2n+1)xf_n + (n^2-\omega^2)f_{n-1} = 0,$$
$$\varphi_{n+1} - (2n+1)x\varphi_n + (n^2-\omega^2)\varphi_{n-1} = 0,$$
$$f_0 = \varphi_0 = 1, \qquad f_1 = x+\omega, \qquad \varphi_1 = x-\omega.$$

» La *convergence* de la suite des fractions

$$\frac{f_0}{\varphi_0}, \quad \frac{f_1}{\varphi_1}, \quad \ldots, \quad \frac{f_n}{\varphi_n}, \quad \ldots$$

dépend de la convergence de la série $\sum_{n=0}^{n=\infty}\left(\frac{f_{n+1}}{\varphi_{n+1}} - \frac{f_n}{\varphi_n}\right)$, c'est-à-dire de la limite vers laquelle tend le module du rapport R,

$$R = \left(\frac{f_{n+1}}{\varphi_{n+1}} - \frac{f_n}{\varphi_n}\right) : \left(\frac{f_n}{\varphi_n} - \frac{f_{n-1}}{\varphi_{n-1}}\right) = (n^2-\omega^2)\frac{\varphi_{n-1}}{\varphi_n}\frac{\varphi_n}{\varphi_{n+1}}.$$

» Si l'on pose

$$\varphi_n = \frac{\psi_n}{\psi_{n-1}}\varphi_{n-1}(n+\omega),$$

on peut écrire ce rapport

$$R = \frac{n-\omega}{n+1+\omega}\frac{\psi_{n-1}}{\psi_n}\frac{\psi_n}{\psi_{n+1}}$$

et ψ_{n+1} peut être regardé comme déterminé par la relation de récurrence

$$(n+\omega+1)\psi_{n+1}-(2n+1)x\psi_n+(n-\omega)\psi_{n-1}=0,$$

$$\psi_0=1, \qquad \psi_1=\frac{x-\omega}{1+\omega}.$$

» Pour déterminer la limite du module de R, je considère la fonction

$$y=\alpha^{-\omega}(1-2\alpha x+\alpha^2)^{\omega-\frac{1}{2}}\int^{\alpha}\frac{a_0+a_1\alpha}{\alpha^{-\omega+1}(1-2\alpha x+\alpha^2)^{\omega+\frac{1}{2}}}d\alpha=v_0+v_1\alpha+v_2\alpha^2+\ldots,$$

où la constante d'intégration est supposée nulle et où a_0, a_1 sont déterminés par les conditions

$$v_0=(y)_{\alpha=0}=1, \qquad v_1=\left(\frac{\partial y}{\partial \alpha}\right)_{\alpha=0}=\frac{x-\omega}{1+\omega};$$

la fonction y vérifie l'équation différentielle

$$\alpha(1-2\alpha x+\alpha^2)\frac{\partial y}{\partial \alpha}-[\omega(\alpha^2-1)+\alpha(x-\alpha)]y=a_0+a_1\alpha$$

et il s'ensuit que

$$(n+1+\omega)v_{n+1}-(2n+1)xv_n+(n-\omega)v_{n-1}=0;$$

donc

$$v_n=\psi_n$$

» Ainsi, *le module du rapport* $\frac{\psi_{n-1}}{\psi_n}=\frac{v_{n-1}}{v_n}$ *tend vers le plus petit des modules des deux racines* $x\pm\sqrt{x^2-1}$ *de l'équation*

$$\alpha^2-2\alpha x+1=0.$$

» Or, 1° si x est réel et de module inférieur à 1, le module de chacune des deux racines est 1; donc, dans ce cas, $\lim\left|\frac{\psi_{n-1}}{\psi_n}\right|=1$ et $\lim|R|=1$.

» 2° Si x est réel et de module supérieur à 1, ou si x est imaginaire, le module de l'une des deux racines est inférieur à 1, tandis que le module de l'autre racine est supérieur à 1; *donc, ici,* $|R|$ *a une limite inférieure à* 1 *et la suite des réduites de Laguerre converge.*

» Nous pouvons donc énoncer ce THÉORÈME : *La suite des réduites de Laguerre converge et représente la fonction* $\left(\frac{x+1}{x-1}\right)^{\omega}$, ω *constante quelconque,*

EN TOUS LES POINTS DU PLAN DE LA VARIABLE x, *sauf ceux situés sur la coupure joignant le point d'affixe* -1 *au point d'affixe* $+1$.

» Au développement de Laguerre répond, comme l'a indiqué d'une façon générale M. Padé [1], le développement holoïde déduit de la première diagonale du Tableau relatif à la fonction $\left(\frac{1+x_1}{1-x_1}\right)^\omega$, transformée de $\left(\frac{x+1}{x-1}\right)^\omega$ par la substitution $x = \frac{1}{x_1}$. COROLLAIRE : *La fraction continue qui a pour réduites les fractions de la première diagonale du Tableau de M. Padé relatif à la fonction* $\left(\frac{1+x}{1-x}\right)^\omega$ CONVERGE ET REPRÉSENTE CETTE FONCTION EN TOUS LES POINTS DU PLAN DE LA VARIABLE x, *sauf aux points situés sur les coupures allant des points d'affixes* ± 1 *à l'*∞, *suivant la direction de l'axe des quantités réelles.*

» La méthode que je viens d'appliquer à l'étude du développement de la fonction $\left(\frac{x+1}{x-1}\right)^\omega$ s'applique également à d'autres développements en fractions continues. Je me réserve de revenir sur ce sujet. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur les phénomènes actino-électriques.* Note de M. **Albert Nodon**, présentée par M. Mascart.

« Lorsque des radiations lumineuses ou ultra-violettes sont projetées sur une lame conductrice mince, elles donnent naissance, sur la face non éclairée de cette lame, à des radiations analogues aux rayons X et aux rayons du radium.

» Les phénomènes peuvent être mis en évidence à l'aide d'un dispositif simple, composé d'une petite caisse prismatique en zinc noirci, munie d'une cloison verticale mobile, d'une porte latérale et d'une ouverture inférieure. Cette caisse est disposée sur un électromètre à feuille d'or unique enfermé dans une cage de Faraday.

» La caisse métallique renferme une sphère en laiton, isolée, qui est disposée entre la paroi et la tige de l'électromètre.

» La sphère est chargée d'électricité; elle forme condensateur avec la paroi dont elle est voisine.

» La tige de l'électromètre forme plan d'épreuve au voisinage de la sphère électrisée et elle permet de mesurer les variations de charge de cette sphère par les déviations correspondantes de la feuille d'or de l'électromètre.

---

[1] *Comptes rendus*, 15 janvier 1900.

» Les déviations de la feuille d'or sont mesurées à l'aide d'une lunette munie de fils réticulaires. La caisse métallique est parfaitement close à la lumière et elle est reliée à la terre.

» Les expériences consistent à mettre préalablement la feuille d'or à la terre, puis à charger la sphère. La feuille d'or est primitivement au repos, et toute décharge de la sphère est accusée par une déviation de cette feuille d'or.

» La cloison mobile est constituée par des lames minces interchangeables de divers métaux. Une seconde série de cloisons formées par des substances diverses, telles que du carton noir, du verre, du bois, de l'aluminium, etc., peuvent être disposées à l'intérieur de la caisse, entre la paroi métallique et la sphère.

» L'expérience étant ainsi disposée, si l'on projette sur la paroi métallique un faisceau lumineux provenant de l'arc voltaïque, du magnésium ou du soleil, on constate aussitôt une décharge de la sphère maintenue dans l'obscurité. On évite tout échauffement de la paroi et de l'intérieur de la caisse sous l'influence de la source de lumière en interposant une cuvette transparente remplie d'eau entre la source de lumière et la caisse. On constate, du reste, que les effets de décharge sont sensiblement les mêmes quand la masse d'eau est interposée sur le trajet des radiations lumineuses ou bien lorsque les radiations frappent directement la paroi métallique. La décharge est d'autant plus rapide que l'intensité de la lumière est plus grande et que celle-ci est plus riche en radiations à faible longueur d'onde. L'arc produit entre des crayons de graphite munis d'âmes en aluminium est sensiblement plus actif que l'arc produit entre deux graphites ordinaires, par suite de sa plus grande richesse en radiations ultra-violettes.

» Des résultats semblables sont obtenus en remplaçant l'écran métallique par une paroi de carton noir mouillé, l'eau jouant dans ce cas le rôle de conducteur.

» La décharge de la sphère cesse chaque fois qu'on interrompt le passage de la lumière sur la paroi métallique, à l'aide d'un écran d'ébonite, par exemple.

» Si l'on dispose une plaque métallique de plomb au voisinage de la paroi de la caisse et qu'on projette, sous une certaine incidence, des radiations de lumière sur la face interne de la plaque de plomb, on constate une décharge de la sphère électrisée placée dans l'obscurité.

» Les radiations produites par l'action de la lumière sur la face éclairée d'une paroi métallique épaisse, ou sur la face opposée d'une paroi mince, possèdent la propriété de traverser avec facilité les métaux en lame mince et, en particulier, l'aluminium, le carton noir, le bois, le verre, les pré-

parations photographiques ou les préparations radiographiques. Elles déchargent les corps électrisés, mais elles ne produisent pas de fluorescence sensible du platinocyanure de baryum, ni de réduction des sels d'argent, lorsque l'exposition est de courte durée. Nous étudions l'action photogénique prolongée de ces radiations sur les sels d'argent.

» Ces radiations sont différentes des rayons cathodiques, puisqu'elles traversent avec facilité les métaux et le carton noir; elles paraissent posséder des propriétés intermédiaires entre celles des rayons X et celles des rayons émis par le radium. Nous les désignerons sous le nom de *rayons radio-actiniques*. »

PHYSIQUE. — *Sur un phénomène observé sur un excitateur dont les boules sont reliées à une bobine de Ruhmkorff.* Note de M. H. Bordier, présentée par M. d'Arsonval.

« En poursuivant l'étude de la décharge de la bobine de Ruhmkorff au moyen d'un excitateur à boules, j'ai trouvé que le potentiel explosif de la bobine peut être modifié par la production d'un dépôt de rosée sur l'une des boules de l'excitateur.

» Ce phénomène est très simple à observer: pendant que la décharge de la bobine se fait, on augmente peu à peu la distance explosive jusqu'à ce que les étincelles ne puissent plus jaillir à jet continu; ce résultat étant obtenu, si l'on vient à faire déposer une légère couche de rosée sur les boules, en dirigeant par exemple l'air expiré sur l'excitateur, immédiatement les étincelles se remettent à saillir d'une façon continue jusqu'à ce que la rosée ait disparu. Si l'on empêche le dépôt de rosée de se faire sur l'une des boules, en la chauffant au préalable, on reconnaît que le phénomène n'a lieu que si le dépôt se forme sur la boule communiquant avec la cathode de la bobine: il cesse si cette boule est chaude, l'autre étant froide.

» Lorsque le flot d'étincelles a commencé sous l'influence du dépôt de rosée, on peut augmenter la distance explosive sans faire cesser la décharge de la bobine.

» Pour étudier plus commodément ce phénomène, j'ai construit un excitateur composé de deux boules creuses en laiton nickelé de 3^{cm} de diamètre : la boule destinée à être reliée à la cathode de la bobine porte un orifice fermé par un bouchon que traverse un thermomètre et deux petits tubes. En versant dans cette boule un liquide volatil, de l'éther par exemple, on arrive facilement, à l'aide d'un courant d'air, à abaisser progressivement la température de la boule.

» Après avoir disposé les deux boules de manière que les étincelles ne puissent plus jaillir, on constate, pendant que la température de la boule cathode s'abaisse, qu'il arrive un moment où un flot d'étincelles ininterrompues se met à jaillir, bien que le dépôt de rosée ne soit pas encore visible à ce moment-là.

» Si l'on détermine au même instant la température d'apparition de la rosée, en se servant d'un hygromètre à condensation, on trouve une température un peu inférieure à celle marquée par le thermomètre de la boule au moment du flot d'étincelles; mais la température de disparition de la rosée de l'hygromètre correspond à peu près exactement à celle qu'indique le thermomètre de l'excitateur quand commence le phénomène décrit. Voici les nombres trouvés dans quelques séries d'expériences [1] :

Températures		
lues au moment des étincelles.	d'apparition de la rosée.	de disparition.
5°,5	5°,2	5°,6
12,3	11,8	12,3
12,5	12,1	12,6
12,5	12,2	12,7
13,5	13,1	13,6
13,7	13,0	13,5

» On pourrait donc utiliser ce phénomène pour déterminer la température de saturation nécessaire à la mesure de l'état hygrométrique de l'air. »

ÉLECTRICITÉ. — *Action de la self-induction dans la partie ultra-violette des spectres d'étincelles.* Note de M. **Eugène Néculcéa**, présentée par M. G. Lippmann.

« Nous nous sommes proposé d'étudier l'influence de la self-induction sur le caractère des raies de la région ultra-violette des spectres d'étincelles des métaux et des métalloïdes. La région spectrale que nous avons explorée est comprise entre $\lambda = 3500$ A et $\lambda = 2000$ A, et cela en vue de raccorder nos mesures avec celles effectuées par M. G. Hemsalech dans la région comprise entre $\lambda = 5900$ et $\lambda = 3500$. Mais les résultats que nous désirons exposer aujourd'hui ne se rapportent qu'à la région ultra-violette extrême comprise entre $\lambda = 2700$ et $\lambda = 2000$, ayant trouvé pour cette région des conditions particulières de mise au point et d'amplification de la faible dispersion naturelle des prismes en quartz.

» Nous avons employé, dans ces recherches, un *spectrographe* à système optique en quartz. Mais au lieu d'utiliser des lentilles achromatisées (comme on le fait, en général,

---

(1) Il faut avoir soin, avant chaque expérience, de bien essuyer les boules de l'excitateur.

pour faciliter les conditions de réglage et pour pouvoir obtenir une bonne mise au point des raies), nous avons utilisé, au contraire, la propriété que possède une lentille *non achromatique* de présenter des distances focales qui varient avec la réfrangibilité de la lumière incidente employée; et nous avons même exagéré ce défaut (qui, ainsi qu'on le verra par la suite, devient un avantage dans notre cas) des lentilles non achromatiques, en prenant pour la lentille photographique une distance focale supérieure à celle de la lentille collimatrice (ce qui est contraire aux conseils de beaucoup de spectroscopistes); mais, si nous avons sacrifié les conditions essentielles préconisées pour faciliter le réglage du spectrographe, et si nous n'avons pas reculé devant les difficultés nouvelles que nous avons rencontrées à chaque pas, c'est pour obtenir en échange un grand avantage : dans notre cas, *la diacaustique* (lieu des foyers des radiations de réfrangibilités différentes) *de la lentille photographique est une courbe assez imposante comme longueur et dont la partie correspondant à la région spectrale ultra-violette comprise entre* $\lambda = 2700$ et $\lambda = 2000$ *se confond presque avec une droite.*

» C'est précisément cette dernière propriété, de la diacaustique de la lentille photographique de notre spectrographe (qui a été *calculé* dans ce sens), qui nous a permis de réaliser une bonne mise au point de toute cette région ultra-violette. La partie sensiblement droite de la diacaustique en question possède, en outre, l'avantage (et cela par suite du choix des constantes géométriques de la lentille photographique) d'être très peu inclinée par rapport à l'*axe* optique de l'objectif photographique (seulement 18°); cela nous a permis d'amplifier énormément la très faible dispersion du quartz, car, avec des lentilles achromatiques, cette région du spectre ($\lambda = 2700$ à $\lambda = 2000$) atteint à peine quelques centimètres de longueur et, dans notre cas (en utilisant l'obliquité de la diacaustique), elle est étalée sur une plaque photographique de 30^{cm} de longueur. Mais ce dernier avantage aurait pu devenir un défaut assez grave en ce qui concerne la netteté et la finesse des raies, si des conditions accessoires de réglage n'étaient venues aider à la disparition de ce dernier inconvénient, comme on peut le constater d'ailleurs sur les épreuves que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

» L'étincelle électrique était produite au moyen d'une forte bobine de Ruhmkorff (donnant des étincelles de 25^{cm} de longueur), ou au moyen d'un transformateur de Rochefort (35^{cm} de longueur d'étincelle); sa longueur n'a jamais dépassé 3^{mm}. Pour obtenir une étincelle condensée, on utilisait un condensateur *plan* de capacité variable à volonté; pour rendre l'étincelle oscillante, on mettait en série avec le condensateur deux bobines de self-induction variable à volonté.

» Nous avons étudié un grand nombre de métaux et métalloïdes, et il résulte de cette étude que l'action de la self-induction sur le caractère des raies appartenant à la région ultra-violette que nous avons explorée est très marquée. Nous n'insisterons évidemment pas sur l'*aspect* de l'étincelle oscillante, qui varie avec la nature des électrodes, avec la self-induction, avec la capacité, etc., et sur les différents caractères de cette étincelle, puisque M. G. Hemsalech en a déjà étudié les particularités dans ses différents Mémoires sur la *Constitution de l'étincelle électrique* (1899, 1900, 1901).

On sait également ce qui se passe quand il y a des impuretés dans le métal constituant les électrodes (*voir* Hemsalech, 1899). Nous n'étudierons donc que le caractère des raies provenant des métaux ou métalloïdes *purs*, en commençant par donner des Tableaux correspondant à chaque spectre métallique et réunissant ensuite l'ensemble des caractères généraux, pour faire dégager les lois qui paraissent régir ces modifications des raies que nous pouvons produire au moyen d'un agent dont nous croyons connaître l'action (grâce aux travaux de M. Schuster et Hemsalech), sans compliquer davantage le phénomène de l'étincelle électrique, qui est déjà très complexe par lui-même.

» C'est cet ordre d'idées qui nous a guidé, dans les recherches dont nous nous proposons de faire l'objet d'une Communication ultérieure. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs de dilution du sulfate de soude.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Georges Lemoine.

« J'ai montré que la chaleur de dilution d'un corps donné s'annule à une température fixe pourvu que, sous l'action de la chaleur, elle varie toujours dans le même sens que le taux de la dissolution du corps considéré ([1]). Cette condition paraît être remplie pour certains sels anhydres, ou dont les hydrates sont très peu stables, tels que les nitrates et les chlorures alcalins. Elle l'est certainement toutes les fois que l'état du corps dissous est indépendant du degré de dilution. Au contraire, elle ne l'est plus si le corps dissous forme des composés dont la constitution ou la proportion varie avec la dilution ([2]), car alors la chaleur de dilution est la résultante des chaleurs relatives à chacun des composés.

» Le sulfate de soude est tout indiqué pour l'étude de ce dernier cas. J'ai donc soumis à l'expérience un certain nombre de dissolutions de ce sel, les unes, B, B_1, B_2, sursaturées à 15°, les autres, S, S_1, non saturées.

» D'une part, les dissolutions sursaturées obtenues en dissolvant le sulfate décahydraté vers 40°-50° donnent lieu au dépôt compact de cristaux à 7^{mol}·d'eau si fréquemment observé, dépôt qui dénote une transformation au sein du solvant des cristaux décahydratés, c'est-à-dire l'existence de plusieurs variétés de corps au sein de la solution.

([1]) *Constantes de dilution* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1207).

([2]) Berthelot, *Mécan. chim.* et *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 804.

» D'autre part, et *corrélativement*, la chaleur de dilution ne s'annule pas à la même température quand les solutions sont concentrées ou quand elles sont étendues, parce que la dissociation du sel primitif change avec la dilution.

» Voici les résultats :

	$SO^4Na^2, 10H^2O$.	Eau.	Point mort de dilution.
	g	g	o
Solution B	200	100	$t_0 = 59,5$
Solution B_1	200	300	59,5
Solution B_2	200	500	57
Solution S	200	700	52
Solution S_1	200	750	52°-53°

» Ces résultats proviennent des déterminations suivantes, qui ont été faites en mélangeant brusquement, à température fixe t, 100^{cm^3} d'une solution donnée avec 400^{cm^3} d'eau, observant le refroidissement A et construisant la courbe

$$A = f(t)$$

pour connaître la valeur t_0 qui annule A (*loc. cit.*) :

Solution B.		Solution B_2.		Solution S.		Solution S_1.	
t.	A.	t.	A.	t.	A.	t.	A.
o	o	o	o	o	o	o	o
10,6....	−1,28	12,3..	−0,27	12,9..	−0,18	12....	−0,14
19......	−1,03 −1,04	18,1..	−0,25	17,1..	−0,16	16....	−0,125
		24....	−0,20	29,3..	−0,10	40,7..	−0,035
29,2....	−0,80	44,2..	−0,07	39....	−0,05	44....	−0,025
34,7....	−0,57	44,4..	−0,065	45....	−0,025	46....	−0,02
39,3....	−0,46	53....	−0,03	56....	+0,02	54....	0
44,6....	−0,31	62,5..	+0,03	57,2.	+0,02	56,8..	−0,0175
50......	−0,20	89....	+0,12				
56-56,7..	−0,07						

CHIMIE. — *Propriétés chlorurantes du mélange acide chlorhydrique et oxygène.* Note de M. CAMILLE MATIGNON.

« La chaleur chimique correspondant à la réaction générale suivante :

$$2HCl + O + M = MCl^2 + H^2O,$$

dans laquelle M représente la quantité d'un élément susceptible de s'unir

à 2^{at} de chlore, peut s'évaluer facilement grâce à l'importante relation de M. de Forcrand $\frac{L+S}{T} = 0,03$ (1). On la trouve égale à $q + 13^{Cal},6$, en désignant par q la chaleur de formation du chlorure :

$$2\,HCl\,sol + O\,sol + M\,sol = MCl^2\,sol + H^2O\,sol \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + q + 13^{Cal},6$$

» Comme cette chaleur chimique fournit, lorsque la température de la réaction n'est pas trop élevée, une évaluation approchée de l'équivalent calorifique du travail non compensé accompli dans la réaction, on en conclut que le mélange gaz chlorhydrique et oxygène doit constituer un système chlorurant à peu près équivalent au chlore, en tant que possibilité de la réaction. Si donc un semblable système sort de la zone d'équilibre indifférent à une température inférieure à laquelle le gaz chlorhydrique réagit seul sur l'oxygène, on peut prévoir le moyen de chlorurer ainsi tous les éléments. Telle est la conclusion que j'ai cherché à vérifier.

» On sait déjà que le cuivre, le plomb, l'argent sont attaqués à la température ordinaire par l'acide chlorhydrique en présence de l'oxygène. M. Berthelot a effectué récemment (2) des expériences quantitatives sur l'attaque du mercure à la température ordinaire; il a rappelé à ce sujet que les deux gaz oxygène et chlorhydrique n'agissent l'un sur l'autre qu'au delà de 500°.

» Dans les expériences suivantes, j'ai remplacé le gaz chlorhydrique par sa solution concentrée, laquelle forme un système initial équivalent et présente en outre l'avantage de faciliter la réaction par la formation possible de chlorhydrates de chlorures.

» *Platine mousse.* — La mousse de platine, calcinée après lavage à l'acide chlorhydrique, puis placée dans un vase ouvert au contact de la solution acide, ne tarde pas à colorer celle-ci en jaune. Après quelques heures de contact, il est facile, en chassant l'excès d'acide et concentrant la solution au bain-marie, de reconnaître la présence de l'acide chloroplatinique : le chlorure de rubidium donne aussitôt des octaèdres bien formés de chloroplatinate, et, si l'on opère en présence de l'alcool, la liqueur devient incolore. Il ne s'est donc formé que de l'acide chloroplatinique. La réaction est lente : pour obtenir quelques grammes d'acide chloroplatinique, il faut pendant plusieurs semaines renouveler l'acide et l'oxygène dans le flacon qui contient la mousse.

» *Platine en lames.* — L'attaque n'a pas lieu à la température ordinaire. Les

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 879.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 747.

feuilles de platine se dissolvent lentement quand on les maintient à 170° pendant 5 à 6 heures dans un tube scellé rempli de gaz oxygène et contenant quelques centimètres cubes de la solution acide. A l'ouverture du tube, on constate une absorption d'oxygène, en rapport avec la quantité de platine dissous.

» Par exemple, dans une expérience, $0^{g},053$ de platine en feuilles, en se dissolvant, ont produit une absorption d'oxygène évaluée approximativement à $6^{cm^3},7$. Le calcul donne une absorption théorique de 6^{cm^3}.

» *Or*. — Des feuilles d'or, placées dans la solution acide au contact de l'air, colorent souvent en jaune la solution; en renouvelant l'acide, la coloration ne se reproduit plus; il n'y a donc pas attaque de l'or. Cette teinte jaune initiale est due à la présence de traces de fer, dont l'existence est ainsi très facile à mettre en évidence. A 180°, au contraire, la dissolution de l'air est assez rapide, et l'oxygène en tube scellé est absorbé comme dans le cas du platine. La solution jaune, maintenue à l'ébullition en présence d'acide sulfureux, abandonne tout l'or sous la forme de paillettes brillantes.

» L'or amorphe, d'apparence non métallique, obtenu par le sulfate ferreux, n'est pas attaqué à froid par l'acide en présence de l'air.

» *Tellure*. — Un bâton de tellure, plongé partiellement dans une solution chlorhydrique, se recouvre à sa partie supérieure de gouttelettes jaune clair, qui colorent rapidement la liqueur. La solution ainsi obtenue est identique à celle qu'on obtient en dissolvant l'anhydride tellureux dans la solution chlorhydrique: c'est, d'après Berzélius, une solution de chlorure tellurique. Le chlore, en présence de l'acide chlorhydrique, produit à froid la même solution. Toutes ces solutions, concentrées au bain-marie, puis évaporées dans un milieu sec en présence de chaux, abandonnent de magnifiques cristaux isolés, très brillants, mais fort déliquescents, de chlorure tellurique. Examinés au sein de la liqueur mère, ces cristaux agissent vivement sur la lumière polarisée.

» Le tellure pur, obtenu par précipitation d'une solution de tellurure alcalin et soumis à plusieurs volatilisations dans un courant d'hydrogène, paraît s'attaquer un peu plus lentement; mais, à la température de 100°, quelques heures suffisent pour que l'oxygène renfermé dans un tube scellé soit complètement absorbé.

» En résumé, le tellure, l'or, le platine, sous leurs différents états, sont attaqués par le mélange oxygène et acide chlorhydrique, à des températures bien inférieures à la température d'oxydation du gaz chlorhydrique dans l'oxygène. Ce mélange, comme le faisaient prévoir des considérations théoriques, constitue un agent chlorurant d'une grande généralité; dans les trois cas précités, son action a été semblable à celle du chlore. »

CHIMIE. — *Sur l'acidité de l'acide pyrophosphorique.* Note de M. H. Giran.

« Thomsen a déterminé les chaleurs de neutralisation d'une molécule d'acide pyrophosphorique (supposé tétrabasique), successivement par une,

deux et quatre molécules de soude. Il n'a pas fait de détermination pour la troisième molécule. J'ai repris cette étude en la complétant sur ce point. Les résultats sont les suivants :

$$\begin{array}{llll} P^2O^7H^4 \text{ diss.} + & NaOH \text{ diss.} = & P^2O^7NaH^3 \text{ diss.} & +15^{\text{Cal}},29 \\ \quad » & +2NaOH \text{ diss.} = & P^2O^7Na^2H^2 \text{ diss.} & +29,94 \\ \quad » & +3NaOH \text{ diss.} = & P^2O^7Na^3H \text{ diss.} & +43,05 \\ \quad » & +4NaOH \text{ diss.} = & P^2O^7Na^4 \text{ diss.} & +50,91 \end{array}$$

» On voit que, *en dissolution*, les deux premières fonctions acides dégagent $+15^{\text{Cal}},29$ et $+15^{\text{Cal}},65$; elles sont comparables à la première acidité de l'acide orthophosphorique ($+14^{\text{Cal}},7$) et aux acides forts. La troisième dégage $+13^{\text{Cal}},11$; elle est analogue à la deuxième acidité de l'acide ortho ($+11^{\text{Cal}},6$); c'est un acide faible. Enfin, la quatrième fonction ne dégage plus que $+7^{\text{Cal}},86$, nombre voisin de celui que fournit la troisième fonction de l'acide ortho ($+7^{\text{Cal}},3$); on les rapproche de celui que donnent les phénols.

» J'ai voulu, pour obtenir des résultats plus comparables, rapporter ces chaleurs de formation à des composés tous solides; pour cela, j'ai préparé l'acide solide et ses quatre sels anhydres.

» *Acide pyrophosphorique.* — Il n'est connu qu'à l'état sirupeux. Pour obtenir de l'acide pyrophosphorique solide, j'ai dû traiter le pyrophosphate d'argent, fondu et finement pulvérisé, par un courant d'acide chlorhydrique parfaitement sec.

» Sa chaleur de dissolution a été trouvée égale à

$$P^2O^7H^4 \text{ sol.} + \text{aq.} = P^2O^7H^4 \text{ diss.} + 7,78.$$

» La chaleur de dissolution de l'acide sirupeux m'a donné

$$P^2O^7H \text{ sirup.} + \text{aq.} + P^2O^7H \text{ diss.} + 10,22.$$

» Ce dernier acide est, sans doute, à l'état surfondu : sa chaleur de fusion étant $-2,44$.

» *Pyrophosphate monosodique.* — Ce sel n'avait jamais été obtenu. L'évaporation de sa dissolution, ou sa précipitation par l'alcool, donne toujours du pyrophosphate disodique. Si l'on opère en présence d'un assez grand excès d'acide pyrophosphorique, on obtient, par évaporation, des mélanges de sel monosodique et de sel disodique. Je n'ai pu obtenir le pyrophosphate monosodique pur qu'en opérant de la manière suivante :

» On fait un mélange intime de pyrophosphate disodique anhydre avec un grand excès (six à huit fois son poids) d'acide pyrophosphorique sirupeux. Ce mélange est chauffé à 100°, dans une étuve, pendant plusieurs heures. On l'étale ensuite en couche mince entre deux plaques poreuses, au-dessus desquelles on place un poids un peu

lourd, et l'on met le tout dans une étuve à vide, chauffée à 110°-120° et desséchée avec P^2O^5. Les plaques poreuses absorbent l'acide en excès. Au bout d'un jour, on retire la matière, qui est devenue presque solide, on la pulvérise et on la dispose entre deux nouvelles plaques, que l'on chauffe comme précédemment. On répète quatre ou cinq fois cette opération, jusqu'à ce que les plaques poreuses n'absorbent plus rien et que la matière se laisse finement pulvériser (1).

» J'ai trouvé, comme chaleur de dissolution,

$$P^2O^7NaH^3 \text{sol.} + \text{aq.} = P^2O^7NaH^3 \text{diss.} + 0,67.$$

» *Pyrophosphate disodique.* — Sa chaleur de dissolution, que j'ai déterminée, est égale à

$$P^2O^7Na^2H^2 \text{sol.} + \text{aq.} = P^2O^7Na^2H^2 \text{diss.} - 2,18.$$

» *Pyrophosphate trisodique.* — Décrit par Salzer (2), qui l'obtenait en évaporant des dissolutions équimoléculaires de sel disodique et de sel tétrasodique. Je l'ai préparé par cette même méthode. J'ai trouvé, pour sa chaleur de dissolution,

$$P^2O^7Na^3H \text{ sol.} + \text{aq.} = P^2O^7Na^3H \text{ diss.} + 6,77.$$

» *Pyrophosphate tétrasodique.* — Thomsen a trouvé

$$P^2O^7Na^4 \text{sol.} + \text{aq.} = P^2O^7Na^4 \text{diss.} + 11,85.$$

» Remarquons que les chaleurs de dissolution de $P^2O^7NaH^3$ et de $P^2O^7Na^3H$ sont très différentes des résultats que l'on obtient en prenant la moyenne des chaleurs de dissolution de $P^2O^7H^4$ et de $P^2O^7Na^2H^2$ d'une part, de $P^2O^7Na^2H^2$ et de $P^2O^7Na^4$ d'autre part. Ces deux corps sont donc bien des composés définis et non des mélanges. Ils caractérisent l'acide pyrophosphorique comme tétrabasique.

» De l'ensemble de tous ces résultats on déduit, en tenant compte de ce que Na sol. + aq. = NaOH diss. + 42,4 :

$$P^2O^7H^4 \text{ sol.} + \text{Na sol.} = P^2O^7NaH^3 \text{sol.} + 64,80$$
$$P^2O^7NaH^3 \text{ sol.} + \text{Na sol.} = P^2O^7Na^2H^2 \text{sol.} + 59,90$$
$$P^2O^7Na^2H^2 \text{ sol.} + \text{Na sol.} = P^2O^7Na^3H \text{ sol.} + 46,56$$
$$P^2O^7Na^3H \text{ sol.} + \text{Na sol.} = P^2O^7Na^4 \text{ sol.} + 45,18$$

» On voit que, si les chaleurs de neutralisation ont paru devoir faire attribuer à l'acide pyrophosphorique deux fonctions acide fort, une fonction acide faible et une fonction analogue à la fonction phénol, les résul-

(1) *Analyse.* Moyenne des résultats : $P^2O^5 = 70,60$; $Na^2O = 14,77$. Calculé : $P^2O^5 = 71,00$; $Na^2O = 15,50$.

(2) *Archiv der Pharmacie*, t. CCXXXII, p. 365, et *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XII, p. 1445.

tats ci-dessus conduisent à des conséquences différentes; ce composé paraît posséder deux fonctions acide fort et deux fonctions acide faible. Mais il faut aussi remarquer que les deux premiers nombres sont très voisins et les deux derniers presque identiques. Ces résultats s'expliquent aisément par la théorie des combinaisons intramoléculaires émise par M. de Forcrand à propos de l'étude thermique des alcools polyatomiques ([1]), des acides bibasiques et de l'acide orthophosphorique ([2]). D'après cette théorie, l'acide pyrophosphorique

$$\begin{matrix}(2)\,\mathrm{OH}\\(4)\,\mathrm{OH}\end{matrix}\!\!>\mathrm{PO}-\mathrm{O}-\mathrm{PO}<\!\!\begin{matrix}\mathrm{OH}\,(1)\\\mathrm{OH}\,(3)\end{matrix}$$

possède quatre fonctions acides identiques entre elles. Les deux premières substitutions de Na ont lieu dans les positions (1) et (2) avec formation simultanée, pour chacune d'elles, d'une combinaison intramoléculaire (exothermique) avec la fonction acide voisine encore inaltérée; les dégagements de chaleur doivent donc être sensiblement identiques et trop forts. Les deux dernières substitutions, en positions (3) et (4), doivent être précédees de la décomposition (endothermique) des combinaisons intramoléculaires; il en résulte des dégagements de chaleur identiques et trop faibles.

» La véritable acidité de l'acide pyrophosphorique s'obtient en prenant la moyenne des résultats ci-dessus, soit + 54,11. C'est un nombre supérieur à celui qui représente l'acidité moyenne de l'acide orthophosphorique (+ 49,20).

» En résumé, l'acide pyrophosphorique est un acide tétrabasique, possédant quatre fonctions acide fort, toutes identiques entre elles. »

CHIMIE. — *Déplacement des bases fortes par l'oxyde cuivrique ammoniacal.* Note de M. **Bouzat**.

« J'ai étudié l'action de la base complexe contenue dans la solution ammoniacale d'hydrate cuivrique sur les sels d'ammoniaque, de potasse et de chaux et l'action inverse de l'ammoniaque et de la potasse sur les sels de cette base complexe.

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXVI, p. 41-51.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 610.

» Ces deux réactions se vérifient l'une par l'autre au point de vue thermochimique. Si nous prenons, en effet, l'exemple de la potasse, nous pouvons former les deux cycles.

» *Premier cycle :*

$$SO^4H^2 \text{ diss.}(4^l) + CuO\,2{,}8AzH^3 \text{ diss.}(14^l) = SO^4Cu\,2{,}8AzH^3 \text{ diss.}(18^l) + q_1,$$
$$SO^4Cu\,2{,}8AzH^3 \text{ diss.}(18^l) + 2KOH \text{ diss.}(4^l) = \qquad + q_2$$

» *Second cycle :*

$$SO^4H^2 \text{ diss.}(4^l) + 2KOH \text{ diss.}(4^l) = SO^4K^2 \text{ diss.}(8^l) + q_3,$$
$$SO^4K^2 \text{ diss.}(8^l) + CuO\,2{,}8AzH^3 \text{ diss.}(14^l) = \qquad + q_4.$$

» Il est clair qu'on doit avoir $q_4 - q_2 = q_1 - q_3$ (BERTHELOT, *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 66).

» I. *Action sur les sels ammoniacaux :*

$$\left\{ \begin{array}{ll} CuCl^2\,2{,}8AzH^3 \text{ diss.}(18^l) + 2AzH^3 \text{ diss.}(4^l) \ldots\ldots\ldots & +0^{Cal},0 \\ CuO\,2{,}8AzH^3 \text{ diss.}(14^l) + 2AzH^4Cl \text{ diss.}(8^l) \ldots\ldots\ldots & +7^{Cal},1 \end{array} \right.$$

» Comme vérification, on voit que la différence des deux nombres trouvés est sensiblement égale à la différence $32^{Cal},1 - 24^{Cal},9 = 7^{Cal},2$ des chaleurs de neutralisation de l'ammoniaque et de la base complexe par 2HCl (4^l). Ces deux nombres montrent que la base complexe déplace à peu près intégralement l'ammoniaque de ses sels; quand on ajoute une solution ammoniacale d'hydrate cuivrique à du chlorhydrate d'ammoniaque, il se produit le chlorure de la base complexe en présence d'un excès d'ammoniaque libre. Un tel résultat explique le fait déjà observé par Berzélius, signalé depuis par divers auteurs (Péligot, Maumené), que la dissolution d'hydrate cuivrique dans l'ammoniaque est beaucoup facilitée par l'addition d'un sel ammoniacal. En effet, la base complexe déplace l'ammoniaque de son sel, et ce déplacement donne lieu à un dégagement de chaleur ($7^{Cal},1$) plus grand que celui qui correspond à la formation même de la base ($4^{Cal},3$). D'ailleurs, ce qu'on obtient, c'est un sel de la base complexe, non la base elle-même, et ce sel est beaucoup plus soluble que la base.

» II. *Action sur les sels de potasse :*

$$\left\{ \begin{array}{ll} (1)\ SO^4Cu\,2{,}8AzH^3 \text{ diss.}(18^l) + 2KOH \text{ diss.}(4^l) \ldots\ldots & -2^{Cal},8 \\ (2)\ CuO\,2{,}8AzH^3 \text{ diss.}(14^l) + SO^4K^2 \text{ diss.}(8^l) \ldots\ldots\ldots & +0^{Cal},8 \end{array} \right.$$

» Vérification : différence des deux phénomènes thermiques observés, $3^{Cal},6$; différence entre les chaleurs de neutralisation des deux bases

à 13°, $35^{Cal},5 - 31^{Cal},8 = 3^{Cal},7$.

(3) $CuCl^2 28AzH^3$ diss. (18^l) + $2KOH$ diss. (4^l) .... $-2^{Cal},9$
(4) $CuO 28AzH^3$ diss. (14^l) + $2KCl$ diss. (8^l) .... $1^{Cal},0$

» Vérification : différence des deux phénomènes thermiques observés, $3^{Cal},9$; différence des chaleurs de neutralisation à 13° :

$$32^{Cal},1 - 27^{Cal},9 = 4^{Cal},2.$$

» Si l'on veut avoir les nombres correspondant seulement aux déplacements réciproques des deux bases, il faut retrancher les dégagements de chaleur produits par la dilution de l'ammoniaque en excès; après cette soustraction, on trouve pour les expériences (1) et (2) $+3^{Cal},0$ et $+0^{Cal},3$, pour les expériences (3) et (4) $-3^{Cal},1$ et $+0^{Cal},5$. Il y a partage de l'acide entre les deux bases; la potasse prend de beaucoup la plus grande partie de l'acide; cependant, le partage est hors de doute.

» En liqueur ammoniacale plus concentrée, la base complexe prend une plus grande partie de l'acide

$SO^4Cu 42AzH^3$ diss. (18^l) + $2KOH$ diss. (4^l) .... $-2^{Cal},8$
$CuO 42AzH^3$ diss. (14^l) + SO^4K^2 diss. (8^l) .... $+1^{Cal}.3$

» Vérification : différence des effets thermiques observés, $4^{Cal},1$; différence des chaleurs de neutralisation à 13°, $35^{Cal},8 - 31^{Cal},8 = 4^{Cal},0$. Les déplacements réciproques des deux bases sont représentés par $-3^{Cal},2$ et $+0^{Cal},5$, déduction faite de la chaleur de dilution de l'ammoniaque en excès.

» Avec le chlorure de potassium, le déplacement de la potasse est un peu plus marqué :

$CuO 42AzH^3$ diss. (14^l) + $2KCl$ diss. (8^l) .... $+1^{Cal},5$

» En déduisant la chaleur de dilution de l'ammoniaque libre, il reste $0^{Cal},7$.

» On peut encore constater le partage entre la potasse et la base complexe, en utilisant le fait que l'oxyde cuivrique ammoniacal peut dissoudre la cellulose, tandis que ses sels ne possèdent pas cette propriété. Si donc on met de la potasse dans la solution d'un sel cuivrique ammoniacal (eau céleste), la liqueur doit acquérir la propriété de dissoudre la cellulose; c'est en effet ce que l'on constate. Inversement, si l'on met un sel de potasse dans une solution d'oxyde cuivrique ammoniacal (liqueur de

Schweitzer) contenant de la cellulose, une partie de la cellulose doit être précipitée; c'est encore ce qui a lieu. Cette réaction n'est pas susceptible d'une grande sensibilité; elle permet cependant de reconnaître que si, en liqueur étendue, le partage est à l'avantage de la potasse, en liqueur concentrée et fortement ammoniacale il est à l'avantage de la base complexe.

» III. *Action sur les sels de chaux :*

$CuO\,28\,AzH^3$ diss. ($1\frac{1}{4}^{l}$) + $CaCl^2$ diss. (8^l) .... $+1^{Cal},1$

» Il y a encore partage à l'avantage de la chaux. Mais en liqueur plus ammoniacale la chaux est déplacée plus fortement et l'on constate la formation d'un précipité abondant. On peut d'ailleurs facilement s'assurer que ce précipité n'est pas dû à la présence d'une petite quantité de carbonate dans l'oxyde cuivrique ammoniacal; il suffit d'agiter préalablement la solution avec un lait de chaux et de la filtrer. J'ai vérifié que le précipité est uniquement composé de chaux. J'ai, de plus, dosé la quantité de chaux qui se précipite dans le mélange des deux liqueurs $CaCl^2$ (1^l) et $CuO\,60\,AzH^3$ (6^l). Cette dernière solution avait été préalablement agitée avec de la chaux, puis filtrée; dans ces conditions, sur 10 parties de chaux, 8,4 sont préeipitées.

» En résumé, la base complexe contenue dans les solutions ammoniacales d'hydrate cuivrique est une base très forte; elle déplace à peu près intégralement l'ammoniaque de ses sels; elle donne lieu à des équilibres avec la potasse; en liqueur concentrée et fortement ammoniacale, elle précipite la plus grande partie de la chaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la migration phénylique du phényléthylène et de ses dérivés.* Note de M. **M. Tiffeneau**, présentée par M. Haller.

« M. Bougault a montré que les iodhydrines des dérivés

$$R - CH^2 - CH = CH^3$$

ne sont décomposées ni par HgO ni par AzO^3Ag, alors que les iodhydrines des dérivés propényléniques $R - CH = CH - CH^3$ sont transformées soit par HgO, soit par AzO^3Ag, en aldéhydes $R - CH(CH^3) - CHO$; comme, d'autre part, l'iodhydrine du styrolene lui avait donné, dans les mêmes conditions, de l'aldéhyde phénylacétique, on pouvait conclure, de ces faits, que la struc-

ture des dérivés propényliques initiaux est, non pas $R - CH = CH - CH^3$, mais $R - CH\!\left<\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix}\right.$, ou mieux $R - C\!\left<\begin{matrix} /\!/ CH^2 \\ \diagdown CH^3 \end{matrix}\right.$.

» Nous avons, M. Béhal et moi, en ce qui concerne l'anéthol, et moi-même en ce qui concerne le phénylpropylène, montré que les dérivés propényliques ont bien la structure $R - CH = CH - CH^3$ et que la réaction considérée provoque une transposition moléculaire; nous avons réussi, en outre, à mettre en évidence la transformation des chaînes méthoéthényliques $R - C(CH^3) = CH^2$ en composés à chaîne linéaire

$$R - CH^2 - CO - CH^3.$$

» Étudiant le mécanisme de ces réactions, je suis parvenu à démontrer que ces deux transpositions moléculaires, en apparence si différentes : redressement de la chaîne chez l'une et ramification chez l'autre, sont provoquées l'une et l'autre par une même cause : la *migration du groupement phénylique*.

» J'ai d'abord mis en évidence la possibilité de migration du C^6H^5 en la provoquant sur un corps où seuls les phényles étaient susceptibles de migrer; j'ai soumis, à cet effet, l'iodhydrine du diphényléthylène as. $(C^6H^5)^2 = C = CH^2$ à l'action de AzO^3Ag, et j'ai obtenu la désoxybenzoïne $C^6H^5 - CO - CH^2 - C^6H^5$.

» La possibilité de la migration du C^6H^5 ainsi établie, j'ai considéré le cas le plus typique, celui du styrolène; si, pour plus de simplicité, on envisage la phase oxyde d'éthylène, on voit qu'on peut exprimer la formation d'aldéhyde phénylacétique aussi bien par une migration d'un H que par migration d'un C^6H^5,

$$C^6H^5 - \overset{\longleftarrow\!\!-\!\!-\!\!-}{CH - CH\,H} = C^6H^5 - CH^2 - CHO, \qquad C^6H^5 - \overset{-\!\!-\!\!-\!\!\longrightarrow}{CH - CH^2} = CHO - CH^2 - C^6H^5.$$
$$\diagdown O \diagup \qquad\qquad\qquad\qquad \diagdown O \diagup$$

Or, le premier processus semble être celui qui se produit dans la formation connue de phénylacétaldéhyde par action de SO^4H^2 au quart sur le phénylglycol ou sur l'oxyde d'éthylène correspondant. En effet, j'ai montré antérieurement que le méthylphénylglycol $C^6H^5 - COH(CH^3) - CH^2OH$ traité par SO^4H^2 au quart se transforme en aldéhyde hydratropique; or une telle réaction ne peut s'effectuer que par transport de H,

$$C^6H^5 - \overset{\longleftarrow\!\!-\!\!-\!\!-}{C - CH - H} = C^6H^5 - CH - CHO;$$
$$\diagup\diagdown\diagup \qquad\qquad \diagup$$
$$CH^3 \quad O \qquad\qquad\qquad CH^3$$

il en résulte donc que la réaction par transport d'hydrogène semble bien caractéristique de l'action de SO^4H^2 sur les glycols au moins une fois primaire.

» Or, c'est précisément une action inverse que paraissent produire HgO ou AzO^3Ag sur les iodhydrines; c'est ainsi que l'iodhydrine du méthoéthénylbenzène

$$C^6H^5C(CH^3) = CH^2$$

fournit, avec AzO^3Ag, non pas le propionylbenzène $C^6H^5 - CO - CH^2 - CH^3$, ce qui indiquerait une migration du CH^3, mais bien la phénylacétone, ce qui implique nécessairement la migration du C^6H^5.

» J'ai cherché à trouver d'autres preuves de cette migration. La formation de l'aldéhyde hydratropique, que j'ai tout d'abord réalisée à partir du phénylpropylène, n'est pas démonstrative à cet égard; on peut, en effet, l'interpréter aussi bien par migration du phényle que du méthyle. J'ai alors soumis à l'action de AzO^3Ag l'iodhydrine de l'isobuténylbenzène $C^6H^5 - CH = C - (CH^3)^2$ et j'ai obtenu l'aldéhyde diméthylphénylacétique bouillant vers 205°, $C^6H^5 - C(CH^3)^2 - CHO$; une telle réaction démontre très nettement la migration du phényle

$$\overrightarrow{C^6H^5 - \overset{\alpha}{C}H - \overset{\varpi}{C}} - (CH^3)^2 = CHO - C\begin{matrix} C^6H^5 \\ (CH^3)^2 \end{matrix}.$$
$$\quad\quad\diagdown O \diagup$$

» La migration phénylique fournit, au surplus, une explication de la façon différente dont se comportent les diverses iodhydrines vis-à-vis de HgO ou AzO^3Ag; on sait que certaines iodhydrines, comme celle du styrolène, ne sont décomposées que par AzO^3Ag, alors que les autres le sont aussi bien par HgO que par AzO^3Ag. J'ai observé qu'une telle différence ne dépend en aucune façon de la forme de la chaîne latérale, mais uniquement de la nature du groupement C^6H^6; si ce C^6H^5 n'est pas substitué, les iodhydrines ne sont décomposées que par AzO^3Ag; c'est le cas du propénylbenzène, du méthoéthénylbenzène, de l'isobuténylbenzène, etc., bien que, pour chacun de ces cas, les chaînes latérales soient différentes. Par contre, si le C^6H^5 est substitué par un ou plusieurs OCH^3 ou même, dans certains cas, par un simple CH^3, l'iodhydrine est alors facilement décomposée par HgO; c'est le cas des iodhydrines de l'isosafrol, de l'anéthol, du pseudoanéthol; j'ai également vérifié ce fait avec le phényltolyléthylène asym. et l'ai mis nettement en évidence en soumettant le paraméthoxystyrolène $CH^3O - C^6H^4 - CH = CH^2$ à l'action de $HgO + I$ qui fournit d'emblée l'aldéhyde $CH^3O - C^6H^4 - CH^2 - CHO$ bouillant vers 252°.

» Enfin, je suis parvenu, d'autre part, à montrer que le groupe tolyle migrait plus facilement que le C^6H^5; en effet, l'iodhydrine du phényltolyléthylène asym.

$$CH^3 - C^6H^4 - C(C^6H^5) = CH^2 \qquad (\text{bout à } 285^\circ\text{-}286^\circ;\ d_0 = 1{,}021)$$

fournit la paraxylylphénylcétone $C^6H^5 - CO - CH^2 - C^6H^4 - CH^3$ fondant à 94°-95°, et non la paratolylbenzylcétone $CH^3 - C^6H^4 - CO - CH^2 - C^6H^5$ qui fond à 108°-109°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de l'action du chlorure de sélényle sur l'érythrite.* Note de MM. C. CHABRIÉ et R. JACOB, présentée par M. H. Moissan.

« On sait que les acides agissent sur l'érythrite comme agents de déshydratation ou d'éthérification. La chlorhydrine sulfurique SO^3HCl transforme ce sucre en érythrite tétrasulfurique $C^4H^6(SO^4H)^4$ à la température

de 0°, et le chlorure de soufre à l'ébullition donne un dérivé contenant du soufre, possédant la composition exprimée par la formule $C^4H^8SO^4$, cristallisable, soluble dans l'eau, fondant à 111°, bouillant vers 160° sous pression réduite ([1]).

» Il ne semble pas que l'étude des réactions des oxychlorures sur l'érythrite ait été faite. Nous nous sommes proposés de l'entreprendre; nous parlerons aujourd'hui des résultats obtenus en nous servant du chlorure de sélényle $SeOCl^2$, composé connu depuis longtemps et dont la préparation a été reprise par l'un de nous ([2]).

» Nous avons chauffé 5g d'érythrite préalablement desséchée avec 10g de chlorure de sélényle dans un long tube plongeant dans un bain de paraffine. Vers 68°, les grosses bulles commencent à se dégager et augmentent rapidement en nombre à mesure que l'on élève la température qui est maintenue à 100° pendant 1 heure. Dans la seconde demi-heure, les gaz ne se produisent qu'en faible quantité. Ils renferment du chlore et pas de sélénium et sont constitués par de l'acide chlorhydrique.

» Le produit obtenu est une huile jaune assez épaisse qui devient presque solide à — 15°, mais qui ne cristallise pas. Elle se dissout dans l'eau et dans l'alcool. Nous avons repris cette huile et nous l'avons chauffée de nouveau à des températures plus hautes que celles dont elle avait déjà subi l'action. A 122°, un dégagement de bulles gazeuses s'est produit, et nous avons dû arrêter à 178°, à cause d'un commencement de décomposition de la substance qui perd du sélénium. Après refroidissement, nous avons filtré plusieurs fois la solution renfermant un dépôt impondérable de sélénium difficile à retenir sur le filtre, et nous avons laissé cristalliser.

» Nous avons ainsi vu se produire de fines aiguilles d'un solide incolore, fusible sans décomposition vers 155° (il y a ramollissement à partir de 150° et fusion complète à 155°).

» Ces aiguilles se sont formées dans une eau mère qui a laissé déposer ensuite des prismes incolores très nets dont les facettes étaient visibles à l'œil nu. L'analyse des aiguilles correspond à la formule $C^4H^6SeO^4$.

» Il résulte de cette formule que l'érythrite a perdu, dans cette réaction, 1mol d'eau par déshydratation et que, de plus, deux de ses atomes d'hydrogène lui ont été pris pour former, avec le chlore du chlorure de sélényle, 2mol d'acide chlorhydrique. Nous avons, en effet, noté la formation d'abondantes vapeurs de gaz chlorhydrique et nous avons recueilli une petite quantité d'eau.

» La question qui se pose est de savoir si la déshydratation se fait entre les deux groupes d'alcool primaire ou entre les deux groupes d'alcool secondaire de l'érythrite. Afin d'élucider ce point, nous avons fait réagir le chlorure de sélényle sur le glycol qui ne contient que des groupements d'alcool primaire, et ensuite sur l'inosite qui ne contient que des groupements d'alcool secondaire.

([1]) Henninger, *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XXXIV, p. 195.

([2]) C. Chabrié, *Thèse* pour le Doctorat ès Sciences physiques. Paris, 1889.

» Avec le glycol préalablement desséché à 170° puis refroidi et chauffé graduellement avec du chlorure de sélényle au bain de paraffine, nous avons noté les faits suivants :

» Au-dessous de 100°, la division des deux liquides, par ordre de densité, disparaît et l'on recueille des vapeurs que l'on condense dans un tube refroidi à — 15° et qui sont surtout constituées par de l'eau. Vers 130°, nous avons obtenu un dégagement d'acide chlorhydrique, puis une odeur assez vive en même temps qu'un dépôt de sélénium. L'aspect ne change plus jusqu'à 150°, température à laquelle nous avons arrêté l'opération. Nous reviendrons, dans une autre publication, sur les détails de cette réaction; le seul fait que nous retenons pour le moment est la production de l'eau.

» Si l'on recommence la même opération en remplaçant le glycol par l'inosite, on observe, vers 50°, un abondant dégagement de gaz chlorhydrique. A 120°, la réaction entre le chlorure de sélényle et l'inosite devient très vive et l'aspect reste le même jusqu'à 150°, température qu'il ne faut pas prolonger longtemps si l'on veut éviter la mise en liberté de sélénium. A aucune de ces températures nous n'avons recueilli d'eau.

» Il nous paraît résulter de ces faits que la déshydratation subie par l'érythrite sous l'action du chlorure de sélényle se fait entre les groupes d'alcool primaire et que la fixation de sélénium se fait par les groupes d'alcool secondaire.

» La constitution de notre produit et la réaction qui lui donne naissance sont exprimées par la formule :

$$\begin{array}{l} CH^2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH^2OH \end{array} + SeOCl^2 = \begin{array}{l} CH^2 \text{—} \\ | \\ CHO \diagdown \\ | \quad\quad\quad SeO \\ CHO \diagup \\ | \\ CH^2 \text{—} \end{array} \Big\rangle O + 2HCl + H^2O. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dibenzoylhydrazobenzène.* Note de M. P. FREUNDLER, présentée par M. H. Moissan.

« MM. Biehringer et Busch ont décrit récemment [1] un nouveau mode de décomposition des sels de diazoïques secs, en présence de chlorure de benzoyle et de poudre de cuivre. Cette réaction donnerait naissance au dibenzoylhydrazobenzène (et à ses homologues), conformément aux équations :

$$C^6H^5.Az = Az.Cl + Cl\,CO\,C^6H^5 + Cu^2 = C^6H^5.Az = Az.CO.C^6H^5 + Cu^2Cl^2,$$

$$2C^6H^5.Az = Az.CO.C^6H^5 = Az^2 + \left\{ \begin{array}{l} C^6H^5.Az.CO.C^6H^5 \\ \quad\quad | \\ C^6H^5.Az.CO.C^6H^5 \end{array} \right. .$$

(1) *Berichte der deutschen chem. Gesellschaft*, t. XXXV, p. 1964.

» Le dibenzoylhydrazobenzène ainsi obtenu fond à 161° (sans corr.); il n'est pas attaqué par les alcalis dilués, mais il fournit de l'*aniline* (et non de la benzidine) lorsqu'on le saponifie par l'acide sulfurique à 50 pour 100. Pour établir la constitution de ce corps, les auteurs se sont appuyés sur le fait qu'ils ont obtenu le même produit en chauffant à 120°, en vase clos, de l'hydrazobenzène avec de l'anhydride benzoïque et de l'alcool absolu.

» J'ai préparé moi-même, il y a déjà quelque temps, le dibenzoylhydrazobenzène, à partir de l'hydrazobenzène, par un procédé qui sera décrit ultérieurement. L'analyse et la détermination du poids moléculaire m'ont fourni des chiffres qui concordent avec les nombres théoriques. Or, le produit que j'ai obtenu fond vers 138° environ; de plus, il est saponifié facilement par les alcalis dilués qui le dédoublent en *hydrazobenzène* et en acide benzoïque. Il résulte de là que le composé décrit par MM. Biehringer et Busch n'est pas du dibenzoylhydrazobenzène.

» Pour élucider la constitution de ce corps, j'ai répété les expériences décrites par ces auteurs, et j'ai pu établir le point suivant :

» L'action de l'anhydride benzoïque sur l'hydrazobenzène en présence d'alcool absolu, à 120°, en vase clos, donne naissance à de l'azobenzène et à un produit blanc qui fond à 161° (163° corr.); ce produit possède les propriétés et la composition indiquées par MM. Biehringer et Busch, mais il est constitué tout simplement par de la *benzanilide*.

» L'identification de la substance a été faite d'une façon absolue : un mélange, préalablement fondu, du produit précédent et de benzanilide synthétique, fond à 163° (corr.), à la même température que la benzanilide pure.

» La conséquence immédiate de cette identification est que le produit de décomposition du chlorure de diazobenzène, en présence de chlorure de benzoyle et de poudre de cuivre, est également de la benzanilide. Cette conclusion est confirmée par l'examen des points de fusion des homologues préparés par les auteurs allemands : le soi-disant *p*.-dibenzoylhydrazobenzène fond à 157° et l'isomère ortho à 144°, tandis que les benzoyltoluidines correspondantes fondent respectivement à 158° et à 143°.

» Par conséquent, la réaction nouvelle signalée par MM. Busch et Biehringer s'effectue en réalité d'une tout autre façon. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés acylés de l'acide isopyromucique : acétate, benzoate, pyromucate d'isopyromucyle.* Note de M. G. CHAVANNE, présentée par M. H. Moissan.

« Dans le but de vérifier l'existence de la fonction phénolique ou énolique de l'acide isopyromucique, j'ai entrepris d'étudier l'action des chlorures d'acides sur ce composé. J'ai préparé ainsi l'acétate, le benzoate et le pyromucate d'isopyromucyle.

» *Acétate d'isopyromucyle* : $CH^3.CO.O.C^5H^3O^2$. — On l'obtient en chauffant vers 40°-50° l'acide isopyromucique (1^{mol}) avec le chlorure d'acétyle (1^{mol}), puis distillant dans le vide, quand le dégagement d'acide chlorhydrique a cessé.

» Il se présente généralement, à la température ordinaire, sous la forme d'un liquide incolore, de consistance huileuse, distillant sans altération dans le vide à 152° sous 20^{mm}. Par refroidissement, il se concrète en gros cristaux qui ne fondent ensuite qu'à 28°; parfois même on l'obtient immédiatement sous forme cristalline.

» Il est soluble dans les solvants organiques à des degrés divers, mais très peu soluble dans l'eau. Il ne donne plus avec le perchlorure de fer, qu'il soit en solution aqueuse ou en solution alcoolique, la coloration verte caractéristique de l'acide. Il se comporte comme un corps neutre dans l'action des alcalis, en présence de phtaléine.

» Ce dérivé acétylé peut se préparer également par l'action de l'anhydride acétique sur l'acide isopyromucique, mais il ne se forme pas quand on tente l'éthérification par l'acide acétique en présence de gaz chlorhydrique. En cela, il se rapproche davantage de l'acétate de phényle que des acétates alcooliques.

» Il est très facilement saponifiable, plus facilement que l'acétate de phényle. Le carbonate de soude le saponifie, en effet, lentement à froid, plus rapidement à chaud; l'acétate de phényle est au contraire stable dans ces conditions, comme j'ai tenu à le vérifier.

» L'alcool, en présence de gaz chlorhydrique, en déplace l'acide isopyromucique en formant de l'acétate d'éthyle.

» Dans les mêmes circonstances, l'acétate de phényle se conduit d'une manière tout à fait parallèle.

» La phénylhydrazine produit un déplacement analogue en donnant de l'acétylphénylhydrazine et de l'acide isopyromucique; l'acétate de phényle donne dans les mêmes conditions de l'acétylphénylhydrazine et du phénol.

» Enfin, l'aniline donne avec l'acétate d'isopyromucyle de l'acétanilide et de l'acide isopyromucique; l'acétate de phényle, soumis à la même action, donne de l'acétanilide et du phénol.

» *Benzoate d'isopyromucyle* : $C^6H^5.CO.O.C^5H^3O^2$. — On l'obtient en chauffant à 100° l'acide isopyromucique (1^{mol}) avec le chlorure de benzoyle (1^{mol}). La réaction terminée, le dérivé se prend en masse par refroidissement; on fait cristalliser dans l'alcool.

» On l'obtient ainsi sous forme de prismes incolores, groupés en faisceaux et fondant à 85°. Ces cristaux peuvent acquérir des dimensions assez considérables pour en permettre l'étude cristallographique.

» Il n'est pas distillable sans décomposition dans le vide. Soluble dans les solvants organiques, il est, au contraire, très peu soluble dans l'eau.

» Comme l'acétate, il est facilement saponifiable; cependant la saponification par le carbonate de soude ne se fait que lentement à chaud.

» L'alcool, en présence de gaz chlorhydrique, et, d'autre part, la phénylhydrazine agissent sur lui comme sur l'acétate.

» *Pyromucate d'isopyromucyle* : $C^4H^3O.CO.O.C^5H^3O^2$. — On l'obtient en maintenant à 150° pendant 3 heures de l'acide isopyromucique (1^{mol}) avec du chlorure de pyromucyle (1^{mol}). Après refroidissement, on dissout dans l'alcool et l'on précipite par l'eau.

» Il se présente alors sous forme d'aiguilles très fines fondant à 99°. Soluble dans les solvants organiques, il est insoluble dans l'eau.

» Comme l'acétate, il est facilement saponifié par le carbonate de soude. L'alcool, saturé de gaz chlorhydrique, et, d'autre part, la phénylhydrazine agissent sur lui comme sur le dérivé acétylé et le dérivé benzoylé.

» La formation de ce pyromucate d'isopyromucyle présente l'intérêt particulier de souligner *la différence et même l'opposition des fonctions chimiques des deux isomères.*

» En résumé, l'action des chlorures d'acides sur l'acide isopyromucique et la formation, dans ces conditions, des acétate, benzoate et pyromucate d'isopyromucyle vient confirmer l'existence, dans l'acide isopyromucique, d'une fonction phénolique ou énolique, conclusion à laquelle nous avait déjà amené l'étude de l'action des chlorures de phosphore sur ce composé. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse chimique du* Piper Famechoni *Heckel ou poivre de Kissi* (*Haute-Guinée*). Note de M. A. **Barillé**, présentée par M. H. Moissan.

« M. le Dr Heckel vient de donner la désignation de *Piper Famechoni* à un poivre que M. Famechon a importé récemment de Kissi, cercle de la Haute-Guinée, situé sur la frontière libérienne. En attendant d'être à même de publier une description botanique complète de cette *espèce nouvelle* qu'il a classée, comme genre distinct, dans la famille des *Pipéracées*, M. Heckel nous a demandé d'en étudier les fruits au point de vue chimique.

» Ces fruits sont des grappes longues de 3^{cm} à 5^{cm}, portant un nombre très variable de baies ovoïdes, caractérisées, comme dans le genre *Cubeba*, par la présence d'un

pédicelle à leur base. D'un noir brunâtre, ces grains, généralement petits, sont de grosseur assez inégale et au-dessous du poids habituel, comme l'indiquent les chiffres suivants, se rapportant aux deux échantillons analysés :

	Poivre de Kissi. 1er échantillon.	Poivre de Kissi. 2e échantillon.	Poivre noir ordinaire.
Poids moyen de 100 grains....	3g,45	3g,25	4g,40
» maximum »	4,80	6	7,30
« minimum »	1,80	1,55	2,60
Variation du diamètre du grain (en millimètres)...........	2mm,3 à 4mm,5		3mm,1 à 5mm,7

Ils donnent une poudre d'un brun rougeâtre, très parfumée, ayant une saveur aromatique spéciale, âcre et piquante.

» Ce poivre, employé depuis peu par nos troupes soudanaises, croît à l'état sauvage et assez abondamment. Il renferme une huile volatile particulière, d'un parfum agréable, qui passe en grande partie à la distillation entre 255° et 260°, et atteint la proportion de 4g, 47 pour 100, quantité assez élevée, le poivre ordinaire n'en renfermant que 1 à 2 pour 100.

» La recherche directe de la pipérine selon les méthodes habituelles a été entravée par la grande quantité de résines et de matières grasses que les divers dissolvants de cet alcaloïde entraînent.

» Ne pouvant donc l'isoler, nous avons dû songer à la caractériser par les produits provenant de son dédoublement en pipéridine et acide pipérique sous l'action de la potasse alcoolique.

» Les résultats qualitatifs obtenus nous ayant permis de reconnaître que l'existence de la pipérine dans le poivre de Kissi n'était pas douteuse, nous l'avons dosée :

» 1° A l'état de pipéridine amenée en solution alcoolique où nous l'avons titrée par l'acide sulfurique $\frac{N}{10}$. Le résultat obtenu représente 3g,748 de pipérine pour 100g de poivre ;

» 2° A l'état de pipérate de potassium, dont le poids obtenu représente 3g,654 de pipérine pour 100.

» Ces deux méthodes connexes d'une même décomposition chimique nous ont ainsi permis de tourner une difficulté et nous ont donné des résultats concordants. La quantité de pipérine serait inférieure à celle du poivre noir, qui en renferme de 5 à 8 pour 100.

» La pipéridine a été isolée de sa solution alcoolique et caractérisée à l'état de chlorhydrate, de chloroplatinate et de chloroaurate.

» L'acide pipérique a été isolé de même du pipérate de potassium provenant du dosage, et caractérisé par son point de fusion et par la réaction du pipéronal.

» Il est permis de penser que, dans le poivre de Kissi, la pipérine doit se trouver en

combinaison moléculaire avec les acides gras et les résines, ce qui rend son extraction directe sinon impossible, du moins extrêmement difficile.

» Les autres éléments ont été analysés quantitativement par les procédés classiques.

» Les résultats de ces divers dosages sont résumés dans le Tableau suivant et donnent une idée suffisante de la composition centésimale du poivre de Kissi :

Eau	14,604	Matières albuminoïdes	10,253
Cendres { solubles dans l'eau 3,61 ; insolubles 9,40 }	4,550	Extrait alcoolique	19,250
		» aqueux	16,076
Huile volatile	4,470	Tannin	0,260
Pipérine	3,654	Matières gommeuses, pectiques,	
Amidon	38,004	colorantes et azotées solubles	5,275
Cellulose	10,009	Résines diverses, huile fixe	3,995
Glucose	5,208	Azote total	1,820
Saccharose	1,663		

» La partie des cendres soluble dans l'eau contient des traces de soude, de la potasse et du manganèse; aussi la solution est-elle fortement colorée en vert. L'autre partie des cendres insoluble dans l'eau renferme de la chaux et de la silice. L'extrait alcoolique est rouge vif, sa saveur est âcre et piquante. L'extrait aqueux est très coloré, très fluide; sa saveur est agréable sans âcreté; son odeur rappelle celle de l'extrait de noyer.

» *Conclusions.* — Il résulte de nos recherches que le *Piper Famechoni* Heckel doit être considéré comme un poivre à pipérine; s'il paraît *a priori* voisin du *Piper Clusii*, il s'en distingue nettement, tant par sa composition chimique que par ses caractères botaniques (Heckel). Il est utilisable à la fois comme épice et comme condiment : c'est donc une contribution nouvelle à ajouter aux plantes utiles de nos colonies.

» Ne se rattachant à aucune espèce connue, il présente un intérêt d'autant plus grand que la Flore tropicale africaine est très pauvre en Pipéracées. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les phénomènes de migration chez les plantes ligneuses.* Note de M. G. **André**.

« J'ai montré, dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 1222), que l'évolution du bourgeon pouvait être comparée à la germination de la graine, tant au point de vue de la distribution de la matière minérale que de la transformation des substances organiques.

» J'étudierai aujourd'hui, chez le *Marronnier d'Inde*, les migrations des

matières minérales et organiques dans le rameau issu de ce bourgeon, depuis le moment où le rameau a terminé son élongation jusqu'à la chute des feuilles qui l'accompagnent. Je me suis adressé à des rameaux ne portant pas de grappes florales.

» Il est intéressant de voir par quel mécanisme les matières minérales et organiques s'accumulent dans le rameau de l'année qui devient ainsi le réservoir des matières nutritives du bourgeon terminal destiné à se développer l'année suivante. Voici le Tableau des expériences :

	I. 29 juillet 1901.		II. 11 septembre.		III. 14 octobre.		IV. 16 novembre.
	Rameaux.	Feuilles.	Rameaux.	Feuilles.	Rameaux.	Feuilles.	Rameaux.
Poids de 100 rameaux secs et des feuilles qui y sont attachées	207g,500	1202g,300	330g,800	1271g,100	303g,000	1410g,500	329g,800
Cendres totales	10,648	85,964	14,158	97,493	14,544	115,661	14,214
Silice	0,095	14,187	0,165	18,812	0,084	18,195	0,056
Acide phosphorique PO^4H^3	1,369	6,492	1,786	6,228	1,848	7,332	2,044
Chaux CaO	4,274	27,292	6,549	39,785	5,938	51,201	5,804
Potasse K^2O	1,763	18,876	2,249	14,236	2,575	13,400	2,671
Azote total	1,535	26,450	3,043	31,904	3,242	22,709	4,254
Hydrates de carbone saccharifiables par acides étendus, calculés en glucose	53,742	271,479	80,582	229,814	68,871	243,875	62,068
Cellulose	44,072	142,111	65,134	133,719	69,932	141,614	82,384

» I. *Matières minérales.* — Les cendres totales augmentent, chez le rameau, de la première à la deuxième prise d'échantillon; elles restent ensuite à peu près stationnaires. Chez les feuilles attenant au rameau, il y a augmentation progressive de la matière saline totale.

» La *silice* ne se rencontre dans les rameaux qu'en quantités très faibles, alors que, dans les feuilles, elle existe en quantités très notables et représente environ le sixième du poids de leurs cendres. Cela est conforme à ce que l'on sait sur l'accumulation de cette matière, à mesure que la feuille avance en âge. L'*acide phosphorique* augmente dans les rameaux, surtout entre la première et la deuxième prise; il figure pour 12 pour 100 environ dans les trois premières prises d'échantillon et s'élève à 14,3 pour 100 chez le rameau qui a perdu ses feuilles. Dans les feuilles, au contraire, si l'acide phosphorique augmente légèrement de la première à la troisième prise en nombre absolu, il ne représente que 6,3 pour 100 des cendres à la troisième prise, au lieu de 7,5 à la première : cet acide a donc émigré vers le rameau. La *chaux*, chez les rameaux, augmente de la première à la deuxième prise pour diminuer ensuite, chez les feuilles; elle subit une augmentation qui dure jusqu'à la chute de celles-ci, et cela d'une façon régulière. Ici apparaît, une fois de plus, le rôle des feuilles comme appareil d'évaporation; la silice et la chaux formant la plus grande partie des cendres des

feuilles âgées. La *potasse* subit une augmentation graduelle; à la première prise, elle ne figure que pour 5,16 pour 100 dans les cendres totales du rameau; à la quatrième, elle représente 18,8 pour 100 de ces cendres. Au contraire, chez les feuilles, et conformément aux faits connus, cette base qui représente, à la première prise, 21,9 pour 100 du poids des cendres de ces organes, ne figure plus que pour 11,6 pour 100 à la troisième prise, c'est-à-dire au moment de leur chute.

» On voit donc, par cette étude sommaire de la répartition des cendres, le rôle que doit jouer le rameau de l'année vis-à-vis du bourgeon qui le termine : ce rameau accumule de la potasse et de l'acide phosphorique, lesquels représentent respectivement 18,8 et 14,3 pour 100 de ses cendres au mois de novembre, au moment de l'arrêt de la végétation. Il faut donc admettre que la migration de l'acide phosphorique et celle de la potasse se sont produites de la feuille vers le rameau ([1]). Peut-être cette migration a-t-elle porté plus loin, jusque dans les branches plus anciennes, les éléments fixes dont il vient d'être question.

» Si nous essayons de comparer maintenant, en général, la teneur des graines en acide phosphorique et potasse à celle des rameaux que nous venons d'étudier, nous trouvons que les cendres des graines sont toujours beaucoup plus riches en ces deux éléments, lesquels représentent, le plus souvent, une quantité supérieure aux trois quarts des cendres totales, la potasse figurant dans ce chiffre pour plus de la moitié. Ici, la richesse des rameaux est beaucoup moindre; la potasse et l'acide phosphorique n'étant guère que le tiers des cendres totales. Il est évident qu'une fraction seulement de ces deux substances indispensables est utilisée l'année suivante par le bourgeon pour le début de son développement, l'évaporation produite par les nouvelles feuilles amenant du sol de nouvelles matières salines. C'est ce qui a lieu d'ailleurs chez la graine dont l'embryon n'utilise qu'une partie des matières fixes contenues dans les cotylédons. Il est bon également de faire observer que la chaux est incomparablement plus abondante dans le rameau, à la fin de sa végétation, que dans la graine; les cendres de celui-là renfermant, dans le cas présent, 40 pour 100 de cette base, tandis que celle-ci ne figure guère dans la graine que pour $\frac{1}{20}$ du poids de ses cendres totales. Les rameaux évaporent avec une activité

([1]) Voir à ce sujet : Desbarres, *Ann. agronom.*, t. V, 1879, p. 422, et Tucker et Tollens, *Ber. deut. chem. Gesells.*, t. XXXII, 1899, p. 2575. Ces derniers auteurs ne donnent pas de conclusions formelles relativement à la direction que prennent les matières salines qui quittent la feuille, ni au lieu de leur dépôt.

incomparablement moindre que les feuilles et, cependant, les cendres de ces deux organes renferment, à la troisième prise d'échantillon, presque la même quantité de cette base, soit 40 pour 100 environ du poids des cendres.

» II. *Matières organiques.* — Voici, en quelques mots, ce que permet de constater le Tableau précédent. L'*azote total* augmente continuellement dans les rameaux; chez les feuilles, après avoir augmenté, il diminue au moment de leur chute. La migration de l'azote se fait donc de la feuille, organe d'élaboration des albuminoïdes, vers les rameaux. J'ajouterai que, à tous les moments de leur végétation, les feuilles ne renferment que des traces de nitrates.

» Les *hydrates de carbone saccharifiables par les acides étendus* et la *cellulose* augmentent dans les rameaux de juillet à septembre; à partir de ce moment, alors que le poids de la matière sèche reste sensiblement constant, les premiers diminuent régulièrement et sont remplacés, à peu près exactement, par la cellulose. Chez les feuilles, dont le poids de la matière sèche varie peu de la première à la troisième prise d'échantillon, les hydrates de carbone saccharifiables diminuent de la première à la seconde prise, la cellulose restant sensiblement constante tout le temps.

» Les substances hydrocarbonées de réserve contenues dans le rameau et utilisables par le bourgeon terminal l'année suivante sont donc vraisemblablement les hydrates de carbone saccharifiables, dont le taux s'élève encore, au mois de novembre, à 18,8 pour 100 du poids de la matière sèche. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la composition du lait de brebis.* Note de MM. **Trillat** et **Forestier**, présentée par M. Roux.

« Tandis que la composition analytique du lait de vache a fait l'objet d'un nombre considérable de travaux, il n'existe que peu de documents sur celle du lait de brebis. Quelques auteurs, notamment Chevalier et Henri, Doyère, Filhol et Joly [1], Gorup-Besanez, Péligot, etc., ont donné quelques chiffres d'analyse ; nous devons aussi signaler les observations de Marchand sur la composition du lait de brebis du pays de Caux. Toutefois, ces analyses portent pour la plupart sur des cas isolés, et les conditions de prélèvement

(1) *Recherches sur le lait* (*Académie royale de Belgique*, t. III, p. 1).

ne semblent pas toujours avoir présenté les garanties d'authenticité nécessaires.

» Nous avons pensé combler une partie de cette lacune, en étudiant méthodiquement le lait de brebis d'une partie déterminée de la France; nous avons choisi les régions des Causses, sur lesquelles paissent d'innombrables troupeaux.

» Les analyses ont porté sur 171 échantillons de lait prélevés par nos soins pendant les mois de février, mars et avril, dans seize laiteries alimentées par le lait provenant de plus de cent bergeries disséminées sur les plateaux et les vallées qui avoisinent Millau, Séverac, La Cavalerie, Saint-Rome-de-Cernon, Tournemire, Roquefort, Saint-Affrique et Camarès. Nous avons tenu compte de la nature du terrain et, autant que possible, des influences qui peuvent modifier la composition du lait : la race, l'âge, le nombre de velage, etc.

» L'extrait a été pris en faisant évaporer pendant 7 heures, au bain-marie, 10^{cm^3} de lait dans une capsule de platine de 7^{cm} de diamètre. Pour doser le sucre de lait, on a opéré sur 10^{cm^3} de liquide : le lactose a été titré par la liqueur de Fehling dosée en lactose desséché à 100°-110°. Le beurre a été obtenu en traitant le coagulum à l'éther et en pesant la partie extraite; la caséine a été dosée par différence.

» Pour évaluer les cendres, on a versé 50^{cm^3} de lait dans une capsule de porcelaine tarée après l'avoir additionné d'une goutte de présure (¹). On a desséché sur un bain de sable chauffé avec précaution, puis incinéré et pesé. La chaux a été dosée par le procédé à l'oxalate d'ammoniaque.

» Nous avons déterminé l'acidité totale (²) de chaque échantillon; il serait à souhaiter que toutes les analyses de lait fussent accompagnées de cet élément d'appréciation généralement négligé et qui, cependant, pourrait devenir si important pour l'interprétation des résultats et la détermination de la qualité du lait. Cette acidité est due probablement en grande partie à l'action des sels minéraux sur les indicateurs.

» Voici, à titre d'exemple, quelques chiffres que nous extrayons de notre travail (³) :

I. — *Région de la Besse* (*terrain granitique*).

	Pour 100.		Pour 100.
Extrait à 100°	20,03	Cendre	1,021
Beurre	7,40	Chaux	0,247
Lactose	5,37	Acidité	3,7
Caséine	6,18	Échantillons analysés	8

(¹) L'addition de la présure a pour effet d'éviter les projections pendant l'évaporation.

(²) Le titrage a été effectué avec de la soude décinormale, en présence de la phénolphtaléine comme indicateur.

(³) Le détail de nos Tableaux analytiques sera publié dans le *Bulletin mensuel de l'Office de renseignements agricoles* du Ministère de l'Agriculture.

II. — *Région d'Esplas* (*terrains schisteux*).

	Pour 100.		Pour 100.
Extrait à 100°	19,58	Cendre	0,934
Beurre	7,42	Chaux	0,256
Lactose	5,35	Acidité	3
Caséine	5,87	Échantillons analysés	8

III. — *Région de Roquefort* (*terrains argilo-calcaires*).

	Pour 100.		Pour 100.
Extrait	18,90	Cendre	0,961
Beurre	6,98	Chaux	0,250
Lactose	5,53	Acidité	2,66
Caséine	5,54	Échantillons analysés	10

IV. — *Région de La Cavalerie* (*terrains calcaires*).

	Pour 100.		Pour 100.
Extrait	18,56	Cendre	1,018
Beurre	7,18	Chaux	0,238
Lactose	5,26	Acidité	2,8
Caséine	5,12	Échantillons analysés	9

» Si l'on prend la moyenne des analyses de lait de brebis données par Chevalier et Henri, Doyère et les auteurs déjà cités, on a la composition suivante : extrait, 12,4 pour 100; beurre, 4,2 pour 100; lactose, 4 pour 100; caséine, 3,7 pour 100; cendre, 0,7 pour 100. Les chiffres que nous donnons sont sensiblement plus élevés, soit que les méthodes analytiques suivies n'aient pas été les mêmes, soit que le lait de brebis des régions expérimentées ait une plus grande richesse en éléments.

» Il est intéressant de comparer la composition du lait de brebis avec celle du lait de vache. Ce qui frappe tout d'abord, c'est le poids considérable de l'extrait qui s'élève fréquemment à 200^g par litre, quelquefois même ce chiffre est dépassé, tandis que le lait de vache, considéré comme très riche, dépasse rarement 160^g-165^g. La différence se porte surtout sur la matière grasse et sur la caséine dont les poids par litre atteignent souvent 70^g à 80^g pour la première et 55^g à 70^g pour la seconde.

» Le poids des cendres, qui atteint couramment 9^g et même 10^g par litre, indique, d'autre part, que le lait de brebis est considérablement plus minéralisé que celui de vache. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'azote organique dans les eaux.* Note de M. H. Causse, présentée par M. Arm. Gautier.

« Wanklyn, Chapmann et Smith ont introduit, en 1867, dans l'analyse des eaux, un procédé de dosage de l'azote dit *albuminoïde,* et qui serait mieux qualifié sous la dénomination d'*azote organique*.

» Il consiste, on le sait, à traiter l'eau par une solution alcaline de permanganate de potassium, et à titrer ensuite l'ammoniaque mis en liberté. Cette méthode a été l'objet de nombreuses critiques, motivées, d'une part, par l'action irrégulière du permanganate sur les composés azotés, action qui dépend, dans une large mesure, de la constitution de la substance; d'autre part, par les transformations incessantes de la matière organique au sein de l'eau. Les recherches de Mallet et Smart sur ce sujet ont montré que la molécule albuminoïde primitive était, dans ces conditions, scindée en deux groupes de composés azotés : les uns cèdent facilement leur azote au permanganate alcalin, les autres résistent à ce réactif. Avec le temps, ces derniers subissent des modifications et sont convertis peu à peu dans les premiers.

» C'est dans ces faits qu'il convient de chercher la divergence des opinions sur les quantités limites d'azote albuminoïde ou organique que doivent contenir les eaux potables.

» D'après Wanklyn, lorsqu'une eau en renferme $0^{mg},1$ au litre, elle est suspecte, dangereuse si la dose s'élève à $0^{mg},15$. Mason trouve cette limite trop sévère; ses recherches l'amènent à admettre une proportion de $0^{mg},079$ pour les eaux franchement potables, et de $0^{mg},459$ pour celles qui sont contaminées ou impures. Mallet indique, comme teneur moyenne en azote albuminoïde, $0^{mg},152$ pour les eaux potables; Leeds va plus loin en ce qui concerne les rivières américaines : la quantité d'azote oscillerait entre $0^{mg},1$ et $0^{mg},28$ sans qu'elles perdent leurs qualités de potabilité.

» Dans mes recherches, je me suis proposé d'établir les relations qui existent entre l'azote organique et les propriétés d'une eau vis-à-vis la solution incolore de violet sulfureux; les indications fournies par ce réactif sont nettes et presque immédiates, elles sont d'autant plus accentuées que l'eau est plus pure de matières organiques putréfiées.

» J'effectue le dosage de l'azote organique par destruction sulfurique du composé azoté que je sépare de l'eau sous forme de combinaison barytique insoluble, et détermination ultérieure de l'ammoniaque. Ce procédé

supprime les irrégularités du permanganate de potassium alcalin et donne intégralement l'azote organique.

» *Séparation de la matière azotée.* — A un volume d'eau qui peut varier de 1 à quelques litres, on ajoute, par 1000^{cm^3}, 25^{cm^3} d'eau de baryte saturée, contenant 20 pour 100 de chlorure de baryum pur; on mélange bien, on ferme le vase, on l'abandonne au repos pendant 24 heures. Le précipité formé est séparé, lavé, introduit dans un ballon et épuisé par deux fois son volume d'une solution de carbonate de potassium au $\frac{1}{10}$, à la chaleur du bain-marie, pendant 20-25 minutes, on laisse reposer, et décante sur un filtre. Sur le résidu on renouvelle un second traitement avec la moitié du volume de la solution de carbonate, on filtre, on lave le précipité. Les liquides filtrés présentent une teinte plus ou moins foncée suivant la proportion de matière organique. On les réunit, on neutralise et acidule fortement par l'acide sulfurique, on évapore. Sur le résidu sec, introduit dans un ballon, on verse 5^{cm^3} d'acide sulfurique concentré, on procède à la destruction de la matière organique à la manière ordinaire, jusqu'à obtention d'un liquide entièrement incolore.

» Le contenu du ballon est, après refroidissement, additionné de 100^{cm^3} d'eau distillée et porté à l'ébullition pour chasser l'acide sulfureux; après refroidissement, on ajoute de la phtaléine et de la potasse en excès; le volume du liquide est amené à 200^{cm^3} environ et distillé. On recueille d'abord $25\text{-}30^{cm^3}$, on laisse refroidir, on procède à une seconde distillation pour obtenir autant de produit distillé; les liquides sont réunis, amenés au volume de 100^{cm^3}; et l'ammoniaque qu'ils contiennent est dosée selon Nessler. On en déduit le poids d'azote.

» Le Tableau suivant résume les moyennes obtenues avec l'eau du Rhône, exception faite pour les crues ou toutes autres causes de perturbations accidentelles:

	Janvier-mars.	avril-mai.	juin-octobre.	nov.-décembre.
Azote organique pour 1000^{cm^3} d'eau.	$0^{mg},03$	$0^{mg},05$	$0^{mg},06\text{-}0^{mg},08$	$0^{mg},04\text{-}0^{mg},03$
Réaction au violet de méthyle sulfureux	Positive, accentuée et persistante.	Positive moins accentuée.	Négative ou douteuse.	Positive.

» Il ressort des données précédentes que la quantité d'azote organique n'est pas fixe : elle est minimum en hiver, maximum en juin et octobre.

» Ces variations coïncident avec l'élévation de la température ambiante; comme les causes de contamination, ou l'apport de matière organique, restent à peu près les mêmes, si l'on considère un cours d'eau, un puits ou une source, on peut conclure que l'augmentation de l'azote organique est la conséquence d'un arrêt des oxydations; les microorganismes oxydants de l'azote se trouvant dans des conditions défavorables à leur existence. Peut-être excrètent-ils à ce moment, comme la levure de bière soumise au jeûne, les composés sulfurés que l'on trouve dans les eaux impures sujettes aux variations de température.

» Si l'on prend pour terme de pureté l'action de l'eau sur le violet sulfureux, la limite d'azote organique tolérable pour les eaux potables s'élèverait à $0^{mg},08$ au litre.

» Ce chiffre se confond avec la moyenne de Mason; il est voisin de celui de Wanklyn, mais s'éloigne du nombre donné par Mallet et Smart, ainsi que par Leeds. J'ai d'ailleurs montré que les composés sulfurés apparaissaient dans les eaux lorsque le violet cessait d'être régénéré. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Analyse du mode d'action des lécithines sur l'organisme animal.* Note de MM. A. **Desgrez** et **Aly Zaky**, présentée par M. Bouchard.

» Nous avons établi, dans deux Notes antérieures [1], l'influence favorable exercée par les lécithines sur les échanges nutritifs, en particulier sur la formation du squelette et du système nerveux. On sait que les lécithines sont des dérivés de l'acide glycérophosphorique. Comme l'influence de cet acide sur la nutrition est connue depuis les travaux de A. Robin [2] et de H. de Stella [3]; comme, d'ailleurs, nos recherches établissent, pour la lécithine, une action analogue, augmentée toutefois d'une influence, en quelque sorte spécifique, sur la rétention du phosphore, nous avons pensé que cette dernière propriété était due à la présence d'une base organique dans la molécule lécithique. Les résultats que nous présentons aujourd'hui ont pleinement confirmé cette hypothèse.

» Nous avons d'abord répété les expériences des auteurs cités plus haut sur l'action de l'acide glycérophosphorique. Ingéré par des cobayes, sous forme de sel de sodium, cet acide augmente réellement l'urée, l'azote total et le coefficient azoturique. Ces faits étaient connus. Mais nous désirions surtout déterminer si l'acide glycérophosphorique provoque, comme la lécithine, une rétention marquée du phosphore par l'économie. L'expérience instituée à cet effet nous a montré que le glycérophosphate de soude n'exerce aucune action de ce genre : les cobayes témoins éliminant, en effet, par kilogramme et par 24 heures, $0^{gr},053$ d'anhydride phosphorique, les animaux traités en ont éliminé $0^{gr},052$ dans les mêmes conditions.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1512 et t. CXXXIV, 20 mai 1902, p. 1166.
(2) *Académie de Méd.*, 24 avril 1894; *Bull. gén. de Thérap.*, t. CXXVIII, 1895.
(3) *Arch. de Pharmacodyn.*, vol. III, fasc. IV, p. 351.

» L'influence de la partie basique de la molécule de lécithine sur la rétention du phosphore était donc rendue très probable par ce premier résultat. Les expériences suivantes permettent d'affirmer cette influence avec certitude. Elles ont été effectuées avec les deux bases qui entrent le plus généralement dans la constitution des lécithines : la choline et la bétaïne.

» 1° *Choline.* — Le 21 mars 1901, nous avons mis en expérience deux séries de cobayes mâles jeunes, de même poids et de même âge, comprenant chacune trois cobayes. Les animaux de la première série étant gardés comme témoins, ceux de la seconde recevaient chacun, par injection sous-cutanée et tous les jours, 1^{cm^3} d'une solution de choline à 2 pour 100. Les observations durèrent du 8 avril au 10 décembre, c'est-à-dire 8 mois, les analyses d'urine étant faites 7 jours de suite, à différentes reprises. Tandis que les animaux témoins éliminèrent $0^g,063$ d'anhydride phosphorique par kilogramme et par 24 heures, en moyenne, les animaux injectés en éliminèrent $0^g,043$ seulement. Le coefficient azoturique moyen des premiers étant de 0,87, celui des seconds fut de 0,90.

Le poids des témoins, qui était de 1340^g, le 8 avril, fut trouvé de 2065^g le 10 décembre; le poids des animaux injectés avait varié, dans le même temps, de 1300^g à 2220^g. C'est une augmentation de 725^g pour les témoins; de 920^g, au contraire, pour les animaux qui reçurent la choline.

» 2° *Bétaïne.* — Le 1er février 1902, deux lots de cobayes mâles adultes, de même poids, furent mis en expérience; chaque lot comprenant 4 animaux, les premiers jouaient le rôle de témoins, les seconds recevaient, en injection sous-cutanée, 1^{cm^3} d'une solution de chlorhydrate de bétaïne à 1 pour 100.

» L'observation dura du 13 février au 1er mai. Tandis que les témoins éliminèrent, en moyenne $0^g,031$ d'anhydride phosphorique par kilogramme et par 24 heures, les injectés n'en éliminèrent que $0^g,021$. Le coefficient azoturique fut, pour les premiers, de 0,82; de 0,85, au contraire, pour les seconds. Le poids des témoins, qui était de 3240^g le 13 février, fut trouvé égal à 3190^g le 1er mai; celui des injectés passa, dans le même temps, de 3050^g à 2840^g. C'est donc une diminution réelle de poids pour les deux séries. Comme il s'agit d'animaux adultes et que la différence est minime, on ne peut, de ce fait particulier, déduire aucune conclusion précise. A noter cependant que, les injections ayant cessé, les animaux injectés ont encore augmenté de poids, les témoins étant restés sensiblement stationnaires à cet égard.

» *Conclusions.* — Comme nous l'avons supposé, c'est à la base organique que doit être attribuée, dans l'édifice moléculaire de la lécithine, l'influence retardante exercée sur l'élimination de l'acide phosphorique par l'économie. A un point de vue différent, la choline et la bétaïne, mais celle-ci à un moindre degré, exercent une action favorable manifeste sur l'élaboration de la matière azotée et sur les variations de poids des animaux. »

RADIOSCOPIE. — *Sciagrammes orthogonaux du thorax; leur emploi pour la localisation des anomalies et pour la mensuration des organes.* Note de M. H. **Guilleminot**, présentée par M. Bouchard.

« On sait que l'aspect d'une région varie suivant l'incidence. Ainsi, si nous observons le sommet droit en plan frontal lorsque l'écran est appliqué sur la poitrine et que le tube, placé en arrière du sujet, éclaire normalement le milieu de la clavicule droite, nous voyons l'ombre de la clavicule recouvrir à peu près l'ombre de la portion rachidienne de la quatrième côte. Si au contraire nous transposons le tube de manière à éclairer normalement (1) l'angle inférieur de l'omoplate gauche, nous voyons l'ombre de la clavicule recouvrir le quatrième espace ou même la portion rachidienne de la cinquième côte, pour une hauteur du cône d'émission de plus de 50^{cm}.

» Des divers aspects d'une région, le plus utile est celui qui est donné par la projection normale, d'abord parce qu'il comporte le minimum de déformation, ensuite parce que, s'il s'agit de localiser, de repérer une ombre portée, il nous donne les rapports simples des ombres antérieures et postérieures du thorax. Aussi, si l'on veut inscrire sur une fiche la situation des anomalies observées, il est à désirer que ces anomalies soient toujours éclairées normalement au moment où l'on étudie leurs rapports, et que la fiche sur laquelle on les transcrit soit un sciagramme orthogonal, je veux dire un sciagramme obtenu par la projection orthogonale d'un thorax moyen.

» Je présente ici une double fiche d'observations répondant à ce desideratum. Chez un sujet de taille moyenne, cinq radiographies ont été prises en position frontale et incidence postérieure, le point d'incidence normal étant, pour la première le milieu de la clavicule droite, pour la deuxième le milieu de la clavicule gauche, pour la troisième le milieu de la cinquième dorsale, pour la quatrième l'angle inférieur de l'omoplate droite et, pour la cinquième, l'angle inférieur de l'omoplate gauche.

» Ces radiographies, dont l'exécution a été très soignée par MM. Radiguet et Massiot, m'ont permis d'obtenir par calque le contour exact du cœur, du diaphragme, de toutes les parties osseuses du thorax, etc., dans chacune de ces positions. Cela fait, partant de la cinquième épreuve, j'ai déterminé sur elle le point où se seraient pro-

(1) Le mot *normal* doit être pris dans le sens de perpendiculaire sur le plan d'examen et sur le plan de projection, qui en principe est parallèle à ce plan.

jetés les repères de chacune des quatre autres, si, au lieu d'être éclairés obliquement, ils l'étaient normalement, et, au moyen de ces quatre repères ainsi établis, j'ai rapporté les portions correspondantes des quatre autres calques.

» Dès lors, il était facile de corriger les écarts minimes des zones intermédiaires et d'obtenir ainsi une projection totale du thorax correspondant très approximativement à la projection orthogonale.

» On obtient de même une fiche d'incidence antérieure qui, d'ailleurs, est l'homothétique de la précédente.

» *Emploi de ces fiches.* — La condition indispensable et suffisante à l'emploi rationnel de ces fiches est, je le répète, de pouvoir éclairer normalement tour à tour toutes les régions du thorax. J'ai décrit antérieurement un châssis porte-tube, qui permet de faire voyager l'ampoule en tous sens parallèlement au plan d'examen du sujet ([1]), et un indicateur d'incidence qui montre à chaque instant le trajet du rayon normal à ce plan ([2]); je n'ai pas à revenir sur ces dispositifs.

» Leur emploi permet d'obtenir par manœuvres successives ce que donnerait d'un seul coup la projection par un faisceau parallèle. Aussi pourra-t-on dessiner, sur l'écran tenu parallèlement au plan d'examen, les régions intéressantes, les lésions ou les anomalies avec leurs rapports squelettiques ou leurs distances vraies à des repères fixes, et transporter ces indications sur les fiches.

» *Échelles de projection orthogonale en grandeur vraie.* — Pour le cas où l'on tient plus à avoir des mesures absolues que des rapports, lorsqu'il s'agit par exemple de déterminer l'aire du cœur, la fiche ci-dessus est moins pratique, car elle réduit les dimensions au quart en surface, et linéairement à moitié.

» Aussi est-il plus commode, en ce cas, de se servir d'une feuille de projection portant des divisions centimétriques à droite et à gauche d'un axe médian (axe sternal).

» L'emploi de ces échelles de mesures est des plus simples. On détermine la projection orthogonale du contour du cœur, du diaphragme, en promenant l'ampoule, ou plus exactement le rayon normal, autour de ces organes et, au fur et à mesure que chaque fraction de ce contour est éclairée normalement, on en prend le tracé. Ce tracé se fait de diverses manières : le professeur Moritz, de Munich, le fait sur l'écran, au moyen d'un appareil assez compliqué où le style inscripteur, solidaire de l'ampoule, est sur le prolongement du rayon normal. Bentz le fait sur la peau. J'ai décrit moi-même un système de pantographe, permettant d'exécuter ce tracé loin du champ d'éclairement sur un plan parallèle au plan d'examen ([3]). Le plus simple, et c'est le procédé adopté par M. le professeur Bouchard à la Charité, est de faire ce tracé à la

([1]) *Arch. d'Élect. méd.*, 15 mai 1899.

([2]) *Arch. d'Élect. méd.*, 15 juillet 1900. *Congrès de Paris* 1900. *Fortschritte auf dem Gebiete des Röntgenstrahlen*, B. V, 1901.

([3]) *Arch. d'Élect. médicale*, 15 novembre 1900.

main sur l'écran, par étapes successives. Nous avons, à cet effet, fixé l'écran parallèlement au plan du châssis dans un système de doubles cadres permettant ses déplacements dans le sens vertical et dans le sens transversal.

» On peut aussi obtenir directement les mesures des diamètres horizontaux du cœur qui seront transcrits sur la fiche. J'ai fait construire pour cela un appareil qui consiste en une série de réglettes terminées par des index opaques et coulissant horizontalement. Quand les index ont été placés au niveau du contour d'ombre éclairé normalement, les réglettes graduées donnent immédiatement les distances à l'axe sternal. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *La sécrétion physiologique du pancréas ne possède pas d'action digestive propre vis-à-vis de l'albumine.* Note de MM. C. **Delezenne** et **A. Frouin**, présentée par M. Roux.

« Dans leurs intéressantes recherches sur la sécrétion pancréatique, Pavloff et ses élèves ont substitué, au procédé de la fistule temporaire du canal de Wirsung qui donne des résultats incertains, contradictoires et souvent même négatifs, une méthode permettant de faire des observations systématiques et de très longue durée sur le même animal, et offrant par-dessus tout l'avantage de fournir une sécrétion que l'on ne peut soupçonner d'être modifiée ni par un traumatisme opératoire récent, ni par l'emploi des anesthésiques ou des agents sécrétoires.

» On sait que cette méthode (méthode d'Heidenhain-Pavloff) consiste essentiellement à fixer à la peau l'orifice du canal de Wirsung avec le lambeau de muqueuse duodénale qui le supporte. Douze ou quinze jours après l'opération, l'animal est habituellement guéri et peut alors servir indéfiniment aux observations. Pour recueillir le suc, Pavloff applique sur la paroi abdominale un entonnoir circonscrivant le petit bourrelet de la muqueuse intestinale dans lequel s'ouvre le canal pancréatique, ou bien fixe au même niveau, par une légère pression, un récipient approprié.

» Pavloff et ses élèves ont observé que le suc pancréatique obtenu par ce procédé possède toujours, quoique à des degrés variables, la triple action diastasique que, depuis longtemps, l'on sait appartenir aux macérations et aux extraits de la glande. Ils ont constaté que les variations d'activité que présente la sécrétion ne sont pas livrées au hasard, mais répondent aux nécessités de la digestion et traduisent une véritable adaptation des sucs que l'on peut reproduire expérimentalement en soumettant les animaux à des régimes déterminés.

» La découverte de l'action favorisante du suc intestinal sur le suc pancréatique dans la digestion de l'albumine fut le point de départ de nouvelles recherches qui ont eu pour conséquence d'orienter l'étude de la digestion pancréatique dans une tout autre direction.

» Après avoir constaté avec Chépovalnikoff que la kinase du suc entérique agit d'autant plus énergiquement que les sucs pancréatiques sont eux-mêmes plus faibles, Pavloff croit pouvoir établir que le suc intestinal n'agit que sur les sucs pancréatiques dont le ferment de l'albumine est, dans un but déterminé, sécrété surtout sous forme de zymogène (sucs des chiens récemment opérés ou soumis au régime exclusif du pain et du lait). Il admet, par contre, que l'entérokinase est sans action sur les sucs dont le ferment apparaît directement sous forme de trypsine active comme ceux des chiens soumis au régime exclusif de la viande.

» Nous nous sommes demandé si le procédé employé par Pavloff, pour la récolte du suc pancréatique, n'était pas capable de modifier les propriétés de ce liquide et si le fragment de muqueuse intestinale greffé à la peau avec l'orifice du canal de Wirsung ne livrait pas à la sécrétion pancréatique une quantité suffisante d'entérokinase pour augmenter son activité primitive, voire même pour conférer à des sucs tout à fait inactifs un pouvoir protéolytique plus ou moins énergique vis-à-vis de l'albumine.

» Pour résoudre cette question, il suffisait de comparer l'action de la sécrétion pancréatique d'un animal porteur d'une fistule permanente en recueillant le suc : 1° d'après les indications de Pavloff, c'est-à-dire en appliquant sur la paroi abdominale un entonnoir circonscrivant l'orifice du canal et le lambeau de muqueuse duodénale auquel il aboutit; 2° en pratiquant le cathétérisme du canal de façon à éviter tout contact du suc pancréatique avec la muqueuse intestinale.

» Toutes nos expériences ont été faites chez un chien opéré de fistule permanente depuis plusieurs jours et soumis successivement au régime mixte et au régime exclusif de la viande. Les sucs étaient toujours recueillis sur l'animal en pleine digestion et aux divers moments de l'acte digestif. Leur action protéolytique était évaluée soit par la méthode de Mette, telle qu'elle est employée dans le laboratoire de Pavloff, soit par le procédé des cubes d'albumine.

» Tandis que les sucs qui avaient subi le contact de la muqueuse intestinale digéraient en moyenne $2^{mm},5$ à $4^{mm},5$ de tube de Mette en 10 heures, les sucs obtenus par cathétérisme du canal ne montraient aucune action, quels que fussent le moment de la digestion où ils étaient recueillis et le régime auquel l'animal était soumis. La méthode des cubes d'albumine nous a donné exactement les mêmes résultats : alors que les cubes soumis à l'action des sucs obtenus par le procédé de Pavloff étaient toujours complètement digérés dans l'espace de 12 à 24 heures, les cubes plongés dans les sucs de cathétérisme restaient complètement intacts pendant 10, 15, 20 jours et davantage. Quand le cathétérisme du canal est fait dans de bonnes conditions, et que l'on a soin de perdre les premières portions du

suc pancréatique, qui sont toujours légèrement souillées par le suc intestinal refoulé par la canule, on peut conserver les cubes d'albumine intacts pendant des mois entiers. Il est bien entendu toutefois qu'on n'obtient ce résultat qu'en se mettant rigoureusement à l'abri de l'ingérence des microorganismes.

» Nous avons observé, d'autre part, que les sucs de cathétérisme, quoique ne possédant pas d'action digestive propre vis-à-vis de l'albumine, manifestaient un pouvoir protéolytique des plus énergiques lorsqu'ils étaient additionnés d'une petite quantité de suc intestinal recueilli chez un chien porteur d'une fistule de Thiry. Par contre, les échantillons de suc pancréatique obtenus par le procédé de Pavloff et qui digéraient très énergiquement l'albumine ne se laissaient pas renforcer par le suc intestinal ou ne l'étaient que d'une façon inappréciable.

» Ces expériences montrent que le suc pancréatique de fistule permanente ne possède pas d'action digestive propre vis-à-vis de l'albumine et que les résultats positifs obtenus par Pavloff et ses élèves doivent être rapportés à l'intervention du suc intestinal sécrété par le fragment de muqueuse supportant l'orifice du canal de Wirsung. Elles montrent, d'autre part, que, contrairement à ce que pense Pavloff, le ferment de l'albumine n'est pas éliminé, tantôt sous forme de zymogène et tantôt sous forme de trypsine active, mais que, dans les conditions physiologiques, ce ferment ne peut agir en aucun cas sans le concours de l'entérokinase. »

ZOOLOGIE. — *Physiologie du cœur chez les colonies de Diplosomes (Ascidies composées).* Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le cœur de certains Tuniciers bourgeonnants (*Distaplia, Botryllus, Botrylloides*) présente une vitalité surprenante que j'ai fait connaître dans différentes publications antérieures [1], ses battements continuent encore régulièrement lorsque tous les organes des ascidiozoïdes sont en dégénérescence très avancée; ils cessent seulement lorsque le corps n'est plus qu'un petit amas granuleux d'éléments en histolyse et que tout le reste de

---

[1] A. Pizon, *Étude biologique sur les Tuniciers coloniaux fixés* (*Bulletin des Sciences nat. de l'Ouest*), 1re Partie, 1899; 2e Partie, 1900.

ses éléments, préalablement dissociés, a été entraîné par les courants sanguins dans les vaisseaux coloniaux et dans les jeunes ascidiozoïdes en voie de développement.

» J'ai également montré que le cœur de chacun de ces nouveaux ascidiozoïdes entre en activité très peu de temps après la mort de leurs ascendants, bien qu'ils soient encore très petits ($\frac{1}{5}$ de l'adulte environ), que leurs siphons ne soient pas encore ouverts et que les autres organes n'entrent en activité fonctionnelle que quelques jours plus tard.

» Je viens d'observer des phénomènes identiques de précocité et de vitalité des battements du cœur chez les Diplosomidés (*Dipl. spongiforme*), famille très différente des Botryllidés et des Distomidés où je les ai étudiés en premier lieu, et ces phénomènes présentent chez les Diplosomes une importance toute particulière, parce que chaque ascidiozoïde se constitue, comme on sait ([1]), par la soudure de trois tronçons primitivement distincts :

» 1° L'anse intestinale (moins l'œsophage et le rectum) formée par un diverticule de l'œsophage du parent; 2° le sac branchial formé par les tubes épicardiques du parent; 3° le rectum, qui est un diverticule du rectum de ce même parent.

» Or, dès que le cœur s'est détaché à son tour des tubes épicardiques, *il se développe très vite et se met aussitôt à battre;* il associe ses contractions à celles du cœur du parent, sans qu'il y ait toutefois synchronisme parfait.

» A ce moment, les trois tronçons qui doivent constituer le corps du jeune ascidiozoïde dont le cœur vient ainsi d'entrer en mouvement ne sont cependant pas encore soudés en un tout continu, ce qui montre que l'activité fonctionnelle de cet organe est loin d'être intimement liée à celle du reste du corps. Il jouit d'une certaine autonomie qu'il doit uniquement à sa position dans la cavité sanguine de l'adulte; aussitôt qu'il est constitué et que les premiers globules sanguins pénètrent dans sa cavité, ils y déterminent une excitation qui met ses parois en mouvement, exactement comme on entretient les battements d'un cœur isolé de grenouille en y faisant passer un courant sanguin.

([1]) Della Valle, *Archives italiennes de Biologie*, 1882. — Caullery, *Contribution à l'étude des A. composés* (Thèse, 1895). — A. Pizon, *Embryogénie des Diplosomidés* (*Comptes rendus,* 14 mars 1898).

» L'*ascidiodème*, c'est-à-dire l'ascidiozoïde adulte accompagné des trois tronçons d'un jeune ascidiozoïde en formation avec les deux cœurs qui battent simultanément, se trouve ainsi constituer une véritable *individualité physiologique*, entièrement comparable à celle que forme un ascidiozoïde de Botrylle accompagné de ses bourgeons (1).

» Le cœur des Diplosomes continue également à battre pendant plusieurs jours après l'entrée des ascidiozoïdes en histolyse. Ainsi, chez les larves mortes depuis 48 heures, la branchie est très fortement contractée, réduite au quart de son volume normal, et ses éléments sont en voie de dissociation. Beaucoup de ces éléments émigrent dans la tunique, isolément ou par petits paquets; d'autres descendent dans l'œsophage, entraînés par les cils vibratiles qui s'agitent encore, et vont peu à peu remplir complètement l'estomac et le reste du tube digestif, dont les parois commencent de leur côté à se dissocier. Les cavités sanguines se remplissent également de ces éléments, ainsi que le cœur et le péricarde.

» Malgré cela, les *contractions du cœur continuent encore*, avec cette seule différence qu'elles sont moins nombreuses, plus lentes et plus pénibles. Elles ne prennent fin que lorsque, par suite des progrès de la décomposition du corps, toutes les anciennes cavités sanguines et le cœur lui-même sont absolument bourrés d'éléments cellulaires en dégénérescence; le cœur ne s'arrête en somme que lorsqu'il n'a plus la force suffisante pour entretenir un courant dans le sein de cette masse compacte d'éléments, et non pour cause de sénilité.

» Chez ces mêmes larves en dégénérescence maintenues absolument à sec pendant 5 minutes environ, le cœur cessait aussitôt de battre; il suffisait d'ajouter ensuite quelques gouttes d'eau pour que les contractions reprissent, et beaucoup plus énergiques qu'auparavant. Cette vitalité particulière est de même nature que celle qui s'observe chez les Ciones, dont le cœur continue encore à battre rapidement une fois qu'il est isolé du corps (2). »

---

(1) A. Pizon, *Histoire de la blastogenèse chez les Botryllidés*, p. 358 (*Ann. des Sciences naturelles*, 1892).

(2) Communication verbale de M. Giard.

GÉOLOGIE. — *Sur la notion de profondeur appliquée aux gisements métallifères africains.* Note de M. L. De Launay, présentée par M. Michel Lévy.

« Dans une Communication antérieure (1), j'ai émis l'idée que le type régional caractéristique des gîtes métallifères pouvait tenir, en partie, à la profondeur atteinte par l'érosion dans la région considérée, c'est-à-dire à la profondeur à laquelle se trouvait la portion des gisements qu'abordent nos travaux, lorsque ces gisements se sont constitués. Cette profondeur atteinte par l'érosion, qui a plus ou moins ramené la zone en question à la forme d'un plateau, est elle-même, dans une certaine mesure, en rapport avec l'âge de ses derniers plissements.

» Une telle hypothèse, peu d'accord avec les opinions généralement reçues, demandait, pour se faire admettre, une série d'études comparatives, portant sur des pays à plissements d'âges divers et montrant que leurs gîtes métallifères obéissent bien à la loi précédemment énoncée. J'ai commencé ces études de détail par le continent africain, qui offre un contraste particulièrement favorable à cette comparaison (2); car on peut l'envisager comme formé surtout de deux parties bien distinctes : au sud, un immense continent, plissé pour la dernière fois à l'époque carbonifère; au nord-est, une chaîne de plissement tertiaire, dont les rides sont venues buter au sud contre l'Avant-Pays saharien, commes les Alpes contre la chaîne hercynienne (3). Il existe donc là, presque côte à côte, deux régions naturelles, qui doivent, pour leurs gisements, présenter la même antithèse que pour l'âge de leurs plis et pour leur structure orographique, conséquence de cet âge. On doit y rencontrer, si ma théorie est exacte : d'une part, des gisements analogues à ceux que nous sommes habitués à trouver dans les anciens plateaux d'Europe et d'Amérique, en Scandavie, au Canada, au Brésil; de l'autre, des gîtes comparables à ceux de la chaîne Alpestre et de ses rameaux espagnols, italiens ou illyriens; j'ajoute que

(1) *Sur les types régionaux de gîtes métallifères,* 12 mars 1902.

(2) Les détails de cette étude seront exposés dans un Ouvrage d'ensemble à l'impression, *Sur les Richesses minérales de l'Afrique.*

(3) Je néglige ici les zones d'effondrement et de rupture volcaniques.

l'Avant-Pays saharien pourrait bien avoir été fissuré et métallisé au moment des ébranlements tertiaires, comme les tronçons hercyniens, Mesela, Plateau central, Bohême, auxquels il est assimilable. Sur ce dernier point, il a été impossible de vérifier la thèse proposée, puisque cet Avant-Pays est à peu près totalement inexploré; mais, pour tout le reste de l'Afrique, j'ai eu la satisfaction de voir mes prévisions confirmées par les faits, dont j'ai dû chercher, de tous côtés, les éléments épars, afin de les grouper et d'en obtenir la synthèse.

» Tout d'abord, la zone algérienne et tunisienne forme la bordure sud du cercle d'effondrement tyrrhénien, jalonné, sur presque toute sa périphérie, par des roches éruptives récentes. Au sud de cette traînée volcanique littorale viennent une série de plissements, qui ont affecté les terrains secondaires et tertiaires, en faisant réapparaître au jour des bandes allongées primaires ou triasiques. Ces rides viennent, à leur tour, ainsi que je l'ai rappelé, buter contre le massif primaire du Sahara. Les gîtes métallifères algériens semblent en relation assez directe avec la traînée éruptive; ils se composent essentiellement (malgré certaines apparences contraires) de filons sulfurés complexes, où le fer, le cuivre, le plomb, le zinc, l'antimoine et le mercure entrent en proportions variables : filons extrêmement éparpillés, émiettés, disloqués, dans une chaîne de plissements très récente, où l'érosion, si active qu'elle ait pu être par endroits, a laissé subsister de nombreuses saillies. La nature calcaire, marneuse ou schisteuse, des terrains secondaires traversés a encore accentué cette allure. Envisagés très en gros, les gîtes sont principalement riches en cuivre et en fer au voisinage de la côte et de la traînée éruptive, tandis que le zinc et le plomb dominent lorsqu'on s'en éloigne. De plus, l'inégalité même du sol, qui résulte d'une érosion peu avancée, détermine, à leur voisinage, un niveau hydrostatique souvent très profond, c'est-à-dire une circulation superficielle très active et, par suite, un métamorphisme oxydant très avancé; d'où, suivant la remarque développée dans diverses Notes précédentes [1], la transformation fréquente, au contact des calcaires, du sulfure de fer en sidérose, elle-même oxydée en hématite, ou la formation directe d'hématite quand le calcaire fait défaut, la constitution d'amas calaminaires, d'argiles rouges calaminaires, de cérusites, de cuivres gris, phillipsites et

[1] 22 et 29 mars 1897, 14 juin 1897.

malachites, d'oxydes d'antimoine, etc., aux dépens des blendes, galènes, chalcopyrites et stibines.

» Les gisements, que l'on peut étudier dans tout le reste du continent africain, sont totalement différents de ceux-là et me paraissent correspondre à une formation originelle beaucoup plus profonde. Qu'il s'agisse du Soudan, du bassin du Congo, du Katanga, des protectorats allemands, de la Rhodésia ou du Transvaal, partout le type filonien proprement dit fait à peu près défaut; ce que nous rencontrons le plus souvent, ce sont les grandes lentilles d'oligiste et de magnétite, les amas de pyrite de fer, les imprégnations pyriteuses sous forme de filons-couches éparpillés dans les schistes, comme on en connaît tant en Scandinavie et au Canada. Avec ces pyrites apparaissent le cuivre, parfois le nickel et souvent l'or, dont la présence est absolument caractéristique de tout ce massif ancien, tandis qu'il faisait défaut dans la première zone tertiaire. En même temps, les roches de cristallisation profonde, comme les granites, les fonds de creuset basiques comme les péridotites, les norites, etc., ayant été ramenés à la superficie par l'érosion, on trouve les métaux qui leur sont ordinairement associés, tels que l'étain ou le bismuth avec les premières, le chrome, le nickel, le cuivre et le fer avec les secondes. Enfin le mercure qui, par la facilité de sa dissolution, semble, au premier chef, un métal de cristallisation superficielle, donc un métal réservé en principe aux filons d'ouverture récente, fait défaut dans le continent ancien. Le zinc et le plomb, métaux filoniens, y sont relativement rares. Quant à l'oxydation superficielle, qui est très marquée aux affleurements de ces gisements, elle cesse ordinairement à une profondeur assez faible et régulière : ce qui amène les mineurs à exploiter presque partout, au bout de peu de temps, des minerais sulfurés. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence du terrain carboniférien dans le Tidikelt* (*Archipel touatien*), *Sahara*. Note de M. **G.-B.-M. Flamand**, présentée par M. de Lapparent.

« Le terrain *carboniférien* n'a été, jusqu'à ce jour, reconnu que dans le Sahara oriental et occidental, et au sud de l'Atlas; Overweg, le premier, recueillit (1850), entre Mourzouk et Ghat, des fossiles que Beyrich [1] attribua, avec doute, au *calcaire carbonifère* (Kohlenkalkstein).

---

[1] E. Beyrich, *Bericht über die von Overweg auf der Reise von Tripoli, etc.*

» Depuis cette époque, le Dr Lenz (¹) pour les régions méridionales du Maroc, M. Foureau (²) pour le pays des Touaregs Azdjer (Erg d'Issaouan et plateau d'Eguélé), reconnurent de vastes espaces recouverts par les assises carbonifériennes. Les précieux et nombreux documents dus à ces célèbres explorateurs furent étudiés par Stache et par MM. Munier-Chalmas et Haug.

» Plus récemment pour les régions du versant méridional de l'Atlas saharien (région frontière du Maroc), MM. Ficheur (³), Joleaud (⁴) et Collot (⁵) étudièrent successivement les très remarquables fossiles récoltés, sur les indications de M. le général Oudry, par MM. le commandant Barthol, les lieutenants Barthélemy et Viard, et les médecins-majors Pech et Romary.

» Les documents qui font l'objet de cette Note proviennent de la région sud-occidentale du Tidikelt, entre Akabli et In-Salah, où ils ont été recueillis par M. le capitaine Cauvet, chef de l'annexe d'In-Salah, bien connu par ses études d'hydrologie appliquée dans le Sahara et, plus particulièrement, d'El-Goléa, où cet officier tenta, avec le succès que l'on sait, le premier établissement de puits artésiens qui revivifièrent l'oasis.

» Les fossiles assez nombreux appartiennent à plusieurs séries d'assises différenciées lithologiquement : des calcaires blancs spathiques et subcireux; des argiles et marnes grises et rouges parfois très ferrugineuses; des calcaires jaunes (lumachelles) en plaquettes. L'ensemble occupe le

---

[*Monatsberichten über die Verhandlungen der Gesellschaft fur Erdkunde zu Berlin*. Band IX, 1852, S. 154 (p. 15-16, Taf. III).]

(¹) G. Stache, *Fragmente einer afrikanischen Kohlenkalkfauna aus dem Gebiete der West-Sahara*. Band XLVI der *Denks. d. math.-naturw. Cl. d. Kais. Akad. der Wissensch.* Wien, 1883.

(²) F. Foureau, *Sur la présence du carbonifère dans le Sahara* (*Comptes rendus*, 2e sem., 1894, p. 576). — *Rapport sur ma mission au Sahara et chez les Touaregs Azdger*, oct. 1893, mars 1894, p. 232-236 avec carton; p. 93, 94, 129, 153, 156, 157, 160.

(³) E. Ficheur, *Sur l'existence du terrain carboniférien dans la région d'Igli* (*Comptes rendus*, 23 juillet 1900). — *Note sur le terrain carboniférien de la région d'Igli* (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e série, t. XXVIII, n° 8, 1900, p. 915).

(⁴) Joleaud, *Le terrain carboniférien dans le sud de l'Algérie* [Extrait des *Mém. de l'Académie de Vaucluse*, 6 décembre 1900, avec figures (2 pl.)].

(⁵) Collot, *Carbonifère de Ksar el Azoudj* (*Oued Zousfana*) (*Comptes rendus*, 2e sem., n° 6, 5 août 1901).

fond et les bords de cuvettes *synclinales* subméridiennes que j'ai signalées antérieurement.

» Les fossiles, le plus généralement libres, se montrent pour la plupart avec la *patine désertique* (polypiers et crinoïdes); les derniers sont les plus abondants. Ce sont :

» Polypiers (*Zaphrentinæ*), *Lophophyllum* aff. *Dumonti* (de Kon). Deux exemplaires bien caractérisés par une columelle cristiforme, de petite taille.

» *Lophophyllum* sp. Polypier isolé à calice *très droit* de forme générale conique, aiguë.

» *Menophyllum* sp. du groupe du *M. tenuimarginatum* (Milne-Edwards et Haime) légèrement incurvé vers la base; de forme générale conique, aiguë.

» *Zaphrentis cf. dentiformis*, caractérisé par ses cloisons peu nombreuses, épaisses, sa forme générale.

» *Zaphrentis cf. Enniskelleni* (Milne-Edwards et Haime), Polypier isolé, à courbure assez accentuée vers la base, à calice profond, à fossette septale tout à fait marginale, cloisons principales relativement peu nombreuses (32).

» *Michelinia favosa* (de Koninck), deux exemplaires à calices petits de forme irrégulière bis-quadri-pentagonale.

» *Alveolites* sp. indét., Polypier encroûtant sur un fragment de tige de crinoïde.

» Crinoïdes. — Exemplaires très nombreux, de toutes dimensions, sous forme de fragments de tiges et d'articles isolés, cylindriques, elliptiques et parfois écrasés; on peut y distinguer : *Poteriocrinus cf. crassus* (Miller), nombreux articles. *Poteriocrinus* sp. indét. à articles ponctués.

» *Rhodocrinus*, sp. ind. du groupe du *Rh. Verus* (Miller non Goldf.).

» *Taxocrinus* (?) *polydactylus* (?) (Phillips).

» Bryozoaires. — *Fenestella membranacea* (Phillips) et *Fenestella cf. retiformis* (Schloth.), toutes deux sur plaquettes de calcaire jaune et ferrugineux (lumachelle).

» Brachiopodes. — *Athyris lamellosa* (Leveillé) (*fig.* 6, *Pl. VII* : Davidson, *British. Carb. Brachiopoda*, Vol. XII, *Paleont. Society*).

» *Plectambonites* (*Strophomena*) *analoga* (Phillips), plusieurs exemplaires en bon état de conservation : taille 62^{mm} — 32^{mm}; certains d'entre eux montrent le détail de l'intérieur des deux valves : support brachial et insertion des muscles; tout à fait identiques aux figures 9 et 10 de Davidson (*loc. cit.*).

» *Productus semireticulatus* (Martin), deux exemplaires dont un complet.

» *Spirifer* indét.

» MOLLUSQUES : Lamellibranche. — Indét.

» Gastropode. — *Pleurotomaria Yvanni* (Léveillé), exemplaire de petite taille.

» Céphalopodes. — *Orthoceros aff. giganteum* (Sow.).

» *Cyrtoceras* (?) [1].

---

[1] Ces déterminations, faites à Alger, ont été complétées grâce aux savants conseils de M. Depéret.

» Les *Crinoïdes* (*Poteriocrinus* et *Rhodocrinus*) se montrent entièrement comparables aux échantillons provenant du pays des Azdger (Erg d'Issaouan et plateau d'Eguélé) rapportés par M. F. Foureau; quelques-uns des Polypiers paraissent également d'espèces bien voisines de celles recueillies dans les mêmes régions par cet explorateur; les plaquettes calcaires (lumachelles) à Bryozoaires (*Fenestella*) présentent, d'autre part, un facies identique à celui des plaquettes du carboniférien d'Igli.

» On voit que toute cette faune, dans son ensemble, est bien caractéristique du *terrain carboniferien*, et que, en outre des observations précédentes, il est important de remarquer que la présence d'espèces telles que : *Plectambonites analoga*, *Productus semireticulatus*, *Michelinia favosa*, *Fenestella membranacea*, *Pleurotomaria Yvanni*, etc., indique vraisemblablement, pour la partie occidentale du Tidikelt, l'existence des deux sous-étages *Viséen* et *Tournaisien*; cette région réunit ainsi les différents niveaux et facies du *Carboniférien* antérieurement constatés dans le Sahara.

» La région carboniférienne que nous venons de signaler dans le Tidikelt s'installe très remarquablement entre les latitudes-limites de l'Erg d'Issaouan, du plateau d'Eguélé et de l'Iguidi; elle relie ainsi les assises carbonifériennes du pays des Touaregs Azdger à celles du Sahara marocain.

» C'est au nord et au sud, pour cette région, et, suivant les axes des cuvettes synclinales, qu'il serait intéressant de poursuivre les recherches au sujet de l'existence du terrain *houiller* proprement dit, en supposant toutefois que ce dernier soit, dans le Sahara, en relation directe avec le Carboniférien. »

PALÉONTOLOGIE. — *Reproduction des figures paléolithiques peintes sur les parois de la grotte de Font-de-Gaume (Dordogne).* Note de MM. **Capitan** et **Breuil**, présentée par M. Moissan.

« Nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 23 septembre 1901, une Note préalable sur la découverte que nous avions faite, sur les indications de M. Peyrony, de fresques peintes à l'ocre rouge et au noir (manganèse) sur les parois de la grotte de Font-de-Gaume (près des Eyzies), couloir irrégulier de 123^{m} de longueur. Ces figures, au nombre de 80, dont 49 de bisons, sont toutes peintes et gravées, parfois avec raclage et fréquemment recouvertes d'un enduit épais de stalagmite.

Fig. 1.



Bison. — Longueur : 1m; hauteur : 0m,60.

Fig. 2.



Grand bison. — Longueur : 2m,70; hauteur : 1m,30.

Fig. 3.

Bison. — Longueur : 1m, 50; hauteur : 1m, 25.

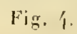


Fig. 4.



Rennes affrontés. — Longueur : 2m, 10; hauteur 1m, 30.

Elles remontent très vraisemblablement à la fin de l'époque paléolithique, alors que vivaient les animaux, certainement figurés d'après nature.

» Nous présentons aujourd'hui six reproductions, par nous, de ces figures, telles qu'elles sont. Trois se rapportent à des bisons. L'un (*fig.* 1) courant, entièrement peint en brun, avec teinte rouge sur le front. Un autre (*fig.* 3) gravé et peint à l'ocre rouge, foncé à la croupe et brun sur le museau, avec raclage aux cornes et sur le dos. Un troisième (*fig.* 2), peint sur une saillie du rocher, à l'ocre rouge, porte deux signes peints en rouge sur le ventre. Il existe plusieurs signes similaires, deux par deux, en d'autres points de la grotte. La figure 4 se rapporte à deux rennes affrontés, gravés et peints, celui de droite à l'ocre, celui de gauche entouré d'un trait rouge et d'un large trait noir. Deux autres figures montrent des équidés : l'un formé d'un trait rouge, l'autre par une teinte plate noir brun.

» Ces fresques sont les premières signalées en France. Les figures gravées de la Mouthe, publiées par M. Rivière en 1895, n'ont qu'une coloration très partielle et inconstante. Celles d'Altamira, imparfaitement reproduites par Sautuola en 1880, sont en Espagne. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les matières colorantes des figures de la grotte de Font-de-Gaume.* Note de M. **Henri Moissan**.

« MM. Capitan et Breuil ont bien voulu nous remettre quelques échantillons des couleurs des fresques découvertes par eux dans la grotte de Font-de-Gaume, afin d'examiner les caractères chimiques de ces substances.

» Ces matières ont été obtenues par un grattage de la pierre, en choisissant autant que possible des échantillons d'une teinte uniforme. L'une de ces poudres était de couleur foncée, d'un noir tirant sur le marron; l'autre, d'un rouge ocreux assez vif. Toutes les deux étaient insolubles dans l'eau et ne renfermaient aucune matière organique.

» Examinées au microscope, ces poussières étaient formées d'un grand nombre de parcelles de carbonate de chaux plus ou moins transparentes, dont la plupart possédaient un côté teint en noir ou en rouge. Avec un fort grossissement, on voyait nettement que la matière colorante était formée par l'agglomération de parcelles très petites, fortement colorées, mélangées à quelques grains brillants. Ces derniers, séparés par l'acide chlorhydrique, présentaient tous les caractères de la silice.

» La poudre ocreuse était formée de sesquioxyde de fer, contenant une très petite quantité d'oxyde de manganèse.

» La poudre noire renfermait un oxyde de manganèse impur, contenant du sesquioxyde de fer.

» Ces deux matières colorantes insolubles présentaient un grand nombre de parcelles de volume à peu près constant, de telle sorte qu'elles paraissent avoir été lévigées. Elles étaient souillées, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, par de petits fragments transparents de silice.

» En résumé, les couleurs employées pour les peintures de la grotte de Font-de-Gaume sont des ocres formés d'oxydes de fer et de manganèse. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Le cyclone de Javaugues* (*Haute-Loire*) *du* 3 *juin* 1902. Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Mascart.

« Le 3 juin 1902, de violents orages ont éclaté en Auvergne, notamment dans l'arrondissement de Brioude, où s'est produit un véritable cyclone qui a dévasté la commune de Javaugues et plusieurs villages des communes voisines.

» J'ai parcouru en tous sens la région dévastée, j'ai interrogé un grand nombre de témoins et j'ai relevé, la boussole à la main, la direction des arbres renversés.

» Le cyclone s'est formé, vers 2^h du soir, au-dessus du village d'Aubagnat (commune de Frugières-le-Pin); il a marché dans la direction WNW, atteignant successivement le château de Cumignat, le village de Javaugues (à 3^{km} d'Aubagnac) et, poursuivant sa marche 2^{km} ou 3^{km} plus loin, balayant ainsi une zone de 6^{km} de long et de $2^{km},5$ à 3^{km} de large : la zone atteinte allait en s'élargissant, à mesure que le cyclone s'avançait. Au delà les dégâts sont minimes.

» Un violent orage à grêle venant de la direction SW avait traversé les communes de Vieille-Brioude, Fontannes et Lavaudieu. Les nuages de grêle, noirs, ont été nettement vus par plusieurs observateurs, marchant vers le NE et rencontrant au-dessus d'Aubagnat un large courant de vent d'E (ou ESE) qui entraînait de gros nuages blancs. Du château de Cumignat on a vu les deux courants se heurter et les nuages *s'enrouler*, ce qui a donné lieu au mouvement tourbillonnaire qui s'est propagé à partir de là dans la direction du courant venu de l'ESE. A partir de ce moment, le ciel est devenu absolument noir; on a eu la sensation d'une immense fumée d'incendie et, de Brioude, situé à 8^{km} environ, on a vu une vaste colonne noire se déplacer dans la direction WNW avec quelques oscillations à droite et à gauche.

» Cette obscurité et le vent terrible qui s'est fait sentir ont duré une période assez

courte, dont les diverses évaluations varient entre 10 minutes et 20 à 25 minutes. Au début, il est tombé un peu de grêle, puis de la pluie; puis toute précipitation a cessé, et c'est le vent seul qui a produit les dégâts : toits de maisons enlevés, parfois tout d'une pièce et transportés à 30^{m} ou 40^{m} de distance; murs renversés, et surtout arbres déracinés ou cassés au milieu du tronc. Les bois que longe, à la sortie de Javaugues, la route de Brioude à la Chaise-Dieu, sont hachés.

» En traversant du nord au sud, ou encore de l'est à l'ouest, la bande parcourue par l'ouragan (cette dernière direction la coupe très obliquement), on observe que les directions d'arbres renversés varient. On trouve d'abord des arbres renversés par un effort venu du sud-est et de l'est, puis et surtout dans la direction NE-SW : c'est le cas des bois de sapins au nord-est de Javaugues; puis (près du château de Cumignat) des arbres couchés dans le sens N-S, et quelques-uns dans le sens NW-SE. Au milieu, sur la ligne qui est à peu près l'axe de la trajectoire du cyclone, on trouve des arbres couchés dans des directions très variables, du nord au sud, du sud-est au nord-ouest. Parfois, deux arbres couchés dans des directions presque diamétralement opposées gisent côte à côte. En continuant, on trouve une région où les dégâts sont relativement moindres, et enfin, au bord de la région dévastée (bord *maniable* du cyclone), un grand nombre de gros noyers couchés dans la direction W-E, auxquels sont mêlés, par places, d'autres arbres couchés par vent de S-E. Seize poteaux télégraphiques ont été couchés sur la voie du chemin de fer de Brioude à Langeac : ils sont à droite quand on va vers Langeac, et en ce point la voie se dirige vers l'E-S-E et le S-E; ils sont donc tombés sur la voie, poussés par des vents d'entre S et W.

» J'ai marqué sur une carte, que je publierai dans un travail plus détaillé, les directions des vents qui ont couché les arbres dans toute la région : la rotation directe apparaît manifeste.

» Il est à noter que dans les régions qui ont eu le plus à souffrir de l'orage à grêle (Fontannes), mais qui n'ont pas été atteintes par le cyclone proprement dit, il n'y a eu ni arbre renversé, ni toit enlevé. Il semble bien qu'on ait assisté ici à la naissance d'un mouvement cyclonique par rencontre de deux courants aériens convergents, faisant entre eux un angle de 135° environ. La brusque irruption de nuages à grêle, chargés d'eau congelée, dans un courant d'air saturé et chaud, a dû produire une condensation et un vide relatif exceptionnellement soudains; d'où un énergique appel d'air, accompagné de mouvement tourbillonnaire. On conçoit que ce tourbillon ait été entraîné dans le courant général venu de l'E-S-E, et aussi qu'il n'ait pas poursuivi sa marche bien loin, la cause locale qui l'avait produit ayant épuisé son effet après le mélange des nuages chauds et froids.

» Il est à noter encore qu'on a entendu, sur le passage du cyclone, un bruit violent *comme un roulement de tonnerre*, mais personne n'a vu d'éclair et l'on n'a signalé aucune chute de foudre. Il ne semble donc pas que



l'électricité atmosphérique ait joué dans ce terrible phénomène un rôle quelconque. »

M. **Balland** adresse un Tableau d'analyses des maïs des colonies françaises, provenant de l'Exposition internationale de 1900.

En rapprochant les résultats de ceux des analyses effectuées en 1896 par M. Balland sur les principaux maïs du marché français (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1004), on est conduit à cette conclusion que, malgré la diversité des modes de culture et les différences des climats, les graines de maïs présentent une composition chimique beaucoup plus uniforme que celle des blés.

M. **Dauvé** adresse une Note « Sur l'hydrogène naissant ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 juin 1902.

Carte de Saint-Paul (Brésil) dressée au $\frac{1}{1000000}$ par la Commission géologique et géographique de Saint-Paul; 8 feuilles grand aigle et 1 carte index à $\frac{1}{2000000}$. (Présentée par M. Bouquet de la Grye, au nom de M. Jozé Munez Belfordt Mattaz.)

Recueil des principales Œuvres de Ch.-H.-G. Pouchet, précédé d'une *Notice bibliographique* et publié par les soins du Dr Auguste Petit. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Commission météorologique de la Gironde : *Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde de juin* 1900 *à mai* 1901; Note de M. G. Rayet. Bordeaux. Imp. G. Gounouilhou, 1901; 1 fasc. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Charles Janet. Lille, 1902; 1 fasc. in-4°.

Les fleuves cotiers de Gascogne, par Saint-Jours. Bordeaux, imp. G. Gounouilhou, 1902; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Compagnie des Chemins de fer du Midi : *Assemblée générale des actionnaires du* 22 *avril* 1902, présidence de M. Léon Aucoc : *Rapport du Conseil d'administration, résolutions de l'Assemblée.* Paris, imp. Buttner-Thierry et Cie, 1902; 1 fasc. in-4°.

Brevets d'invention, publication in extenso, *juillet* 1900. Paris, Imprimerie nationale, 1902; 1 vol. in-8°.

Centenaire de l'Internat en Médecine et Chirurgie des hôpitaux et hospices de Paris. 1802-1902. (*Gazette des Hôpitaux*, 29 mai 1902.) 1 fasc. in-4°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; livraison du 15 mai 1902, n° 161. Paris, Paul Dupont; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société philomathique de Paris; 9e série, t. IV, n° 1, 1901-1902. Paris, 1902; 1 fasc. in-8°.

Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; année 1900-1901. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Feret et fils, 1901; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 6e série, t. I. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Feret et fils, 1901; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens; t. XI, n° 1, janvier-février 1902. Amiens, imp. T. Jeunet; 1 fasc. in-8°.

On the sensitiveness of the coherer, by Edson Ray Wolcott. Madison, Wisc., 1901; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the New York electrical Society : Power plants of the Pacific coast, by F.-A.-C. Perrine. New York, 1902; 1 fasc. in-4°.

Insect enemies of the pine in the Black Hills forest reserve, by A.-D. Hopkins. Washington, 1902; 1 fasc. in-8°.

Dimostrazione del postulato di Euclide, per Luigi-Filippo Pierantonii. Chieti, 1901; 1 fasc. in-8°. (Envoi de M. le Ministre des Affaires étrangères. Hommage de l'auteur.)

Royal Society : *Reports to the evolution Committee;* Report I : *Experiments undertaken*, by W. Bateson and miss E.-R. Saunders. Londres, Harrison et fils, 1902; 1 vol. in-8°.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der Akademie der Wissenschaften zu München, 1902, Heft I. Münich; 1 fasc. in-8°.

Mitteilungen der physikalischen Gesellschaft, Zürich; 1901, n° I. Zurich; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences de Bucarest (*Roumanie*); 11e année, janvier-février 1902, nos 1-2. Bucarest; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh; session 1901-1902, vol. XXIV, n° 2. Edimbourg; 1 fasc. in-8°.

Wind velocity and fluctuations of water level on Lake Erie, prepared under direction of Willis-L. Moore, Chief U. S. Weather Bureau, by Alfred-J. Henry. Washington, 1902; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

—

(Séance du 16 juin 1902.)

Note de M. *de Forcrand,* Polymérisation et chaleur de formation de l'oxyde de zinc :

Page 1427, lignes 16 et 18, *au lieu de* hydrate précipité au rouge, *lisez* hydrate précipité, desséché au rouge.

Même page, ligne 25, *au lieu de* $+88^{Cal},30$, *lisez* $+88^{Cal},20$.

Même page, ligne 30, *au lieu de* $+83^{Cal},28$, *lisez* $+83^{Cal},27$.

Page 1428, ligne 4, *au lieu de* $+39^{Cal},31$, *lisez* $+39^{Cal},21$.

Même page, ligne 12, *au lieu de* $+27^{Cal},92$, *lisez* $+25^{Cal},24$.

Même page, ligne 31, *au lieu de* $+23^{Cal}$, *lisez* $+23^{Cal},51$.

Même page, ligne 34, *au lieu de* $+27^{Cal},92$, *lisez* $+25^{Cal},24$.

Page 1429, ligne 2, *au lieu de* $+80^{Cal},29$, *lisez* $+82^{Cal},97$.

Même page, ligne 13, *au lieu de*

$$+84^{Cal},70 - 80^{Cal},29, \text{ soit } +4^{Cal},41,$$

lisez

$$+84^{Cal},70 - 82^{Cal},97, \text{ soit } +1^{Cal},73.$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JUIN 1902.

PRÉSIDÉE PAR M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la structure et l'histoire de l'écorce lunaire : observations suggérées par le cinquième et le sixième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris;* par MM. **Lœwy** et **P. Puiseux**.

« Le sixième fascicule de notre *Atlas lunaire* suit à une année de distance le fascicule précédent, dont les feuilles avaient déjà figuré pour la plupart à l'Exposition universelle de 1900. En raison de cette circonstance, nous nous étions abstenus d'en faire l'objet d'une Communication spéciale à l'Académie. Nous espérons que l'on voudra bien considérer le nouveau progrès réalisé dans notre publication comme une raison suffisante de procéder à une revue sommaire des résultats fournis par les deux dernières sections.

» Toutes deux s'ouvrent par une reproduction non agrandie d'une image obtenue au foyer de l'instrument. La première (*Pl. e*), qui représente la Lune âgée de 6 jours, montre à la fois sous un éclairement favorable la mer des Crises et la mer du Nectar, c'est-à-dire les deux meilleurs spécimens de grandes dépressions circulaires, remarquables à la fois par leur isolement et la précision de leurs limites. La mer du Nectar retient encore l'attention par la multiplicité de ses enceintes concentriques, offrant toutes leur revers le plus escarpé vers l'intérieur, et dont la mer occupe seulement la partie la plus affaissée. Les franges montagneuses, riches en orifices volcaniques, ont subi des efforts tangentiels tendant à les disjoindre, mais ne montrent point ces plissements parallèles que l'écorce terrestre offre avec une véritable profusion.

» A l'inverse de la précédente, la planche *f*, placée en tête du sixième fascicule, embrasse la partie visible de l'hémisphère occidental.

» Si on la compare avec la planche *d*, qui accompagne le quatrième fascicule, on verra combien, pour une différence d'âge assez faible, l'aspect de notre satellite peut être modifié par l'écart des librations. Cette circonstance présente plus qu'un intérêt de curiosité. En même temps qu'elle fait apparaître des formations nouvelles à proximité du bord, elle modifie la position relative des objets voisins du centre. La sphéricité de la Lune étant admise, on peut déduire, des mesures angulaires faites sur trois clichés, les distances au centre des points mesurés. L'hypsométrie de notre satellite serait donc, au moins en théorie, susceptible d'être établie plus directement que celle de la Terre.

» En confrontant les détails communs aux deux épreuves, on reconnaîtra que l'une est relativement plus détaillée dans les parties claires et l'autre dans les parties sombres. Les deux images ont été, en effet, soumises à un traitement différent, et cette différence elle-même est déterminée par la nature des objets représentés et par la durée de la pose primitive. Presque toujours ces circonstances permettent d'expliquer les variations apparentes sans recourir à l'hypothèse d'un changement physique; elles montrent de plus que la photographie est capable d'accentuer des contrastes difficilement perceptibles par d'autres modes d'observation. On est ainsi mis sur la voie de conclusions intéressantes concernant la distribution des bouches éruptives et la répartition des matériaux rejetés par elles en auréoles de date diverse, d'étendue variable et de pouvoir photogénique inégal.

» Une catastrophe encore présente à toutes les mémoires a vivement rappelé l'attention publique sur ces manifestations redoutables de l'activité intérieure des planètes. Si tragiques qu'aient été ses conséquences, l'éruption de la Montagne Pelée n'a point égalé, par la masse des cendres émises, l'explosion du Krakatoa en 1883, celle du Coseguina en 1835, celle du Timboro en 1815. Dans ces deux derniers cas, une couche épaisse de débris a recouvert un espace plus vaste que la France ou l'Allemagne. La plus grande partie, il est vrai, a été absorbée par la mer, le reste assez promptement balayé par les pluies torrentielles de la région tropicale. L'étude de la surface de la Lune nous amène à penser que des éruptions tout aussi intenses, issues d'un même centre, s'y sont répétées à de longs intervalles. Favorisées par un régime de calme et de sécheresse, elles ont été plus durables dans leurs effets, et les auréoles les plus récentes, superposées aux

premières, s'en distinguent par une teinte plus sombre et un périmètre moins étendu.

» Nous devons, après ces aperçus généraux, recourir aux épreuves agrandies pour l'étude détaillée des formes montagneuses, des taches et des fissures.

» La planche XXIV, reproduction partielle et amplifiée d'un cliché du 16 février 1899, nous ramène dans la région si accidentée du pôle sud. Nous y trouvons, avec la gigantesque vallée de Rheita, le spécimen le plus développé des fractures rectilignes de l'écorce. Ses bords parallèles et largement séparés franchissent quelques cirques anciens, et sont au contraire interrompus par plusieurs bourrelets volcaniques modernes. L'existence de ponts obliques réunissant les deux lèvres exclut toute idée d'érosion superficielle et assigne à la formation de la vallée une cause profonde, agissant avec lenteur, comme celle qui produit les crevasses de glaciers. Non loin de là Janssen offre peut-être le meilleur exemple des vastes bassins polygonaux peu déprimés, modifiés ultérieurement par des fissures transversales et par la superposition de cirques proprement dits. On remarquera aux angles de Janssen et de quelques enceintes analogues la présence de massifs saillants formés par la jonction de trois arêtes convergentes. Cette feuille met en lumière l'abondance relative des orifices sur le trajet de quelques sillons discontinus, et leur rareté sur les emplacements occupés par des taches sombres.

» La plus grande partie de la feuille suivante (*Pl. XXV*) appartient à la masse continentale qui s'allonge du sud au nord sur le méridien central de la Lune. Nous y voyons s'effectuer un changement progressif dans l'aspect des cirques, très profonds et multipliés vers la limite australe, plus rares et moins creux quand on se rapproche de l'équateur. En même temps on assiste à un accroissement dans le nombre relatif des formes saillantes et dans l'abondance des épanchements superficiels. Les taches blanches qui environnent les orifices volcaniques apparaissent en nombre sur les grandes cassures de l'écorce, aux points où a dû se porter la réaction du fluide interne comprimé par les parties affaissées. Nous trouvons ici bien des faits en faveur de la fluidité récente des planètes, beaucoup moins à l'appui des théories qui font des volcans un phénomène purement local, subordonné aux infiltrations de la mer ou des eaux douces.

» La même région se retrouve, éclairée par l'est, dans la planche XXVI. Le rétrécissement progressif du continent central vers le nord nous permet

d'embrasser ici tout un réseau de digues, orienté sur deux directions principales et qui constitue l'ossature de la contrée. Déjà reconnaissable sur les planches III et VII, cette structure apparaît ici comme un trait primordial, capable de s'opposer quelque temps à l'extension des mers, de déterminer la direction des lignes de rivage successives, d'influer sur la forme et la distribution des cirques. Nulle part nous n'observons de meilleurs exemples de sillons rectilignes formant tangente commune à plusieurs enceintes. Les murailles, parfois très élevées, qui se dressent à la limite des mers et qui sembleraient devoir offrir un champ si favorable à l'érosion, n'accusent point de ravinement sur leurs flancs ni de dentelures à leur crête. Les principales irrégularités y reconnaissent pour cause des ruptures suivies de glissement en masse. Les régions qui se raccordent aux mers par des pentes plus douces révèlent, dans leurs formes émoussées et pâteuses, l'influence dissolvante d'une submersion temporaire.

» Les variations de niveau ont laissé des traces également visibles dans les plaines équatoriales qui occupent une grande partie de la planche XXVII. Certaines mers sans limites précises, à côté d'autres nettement encaissées, ont dû éprouver des fluctuations auxquelles les dernières ont échappé. Nous trouvons ici une indication utile pour évaluer l'âge relatif des mers. L'altitude extrême qu'elles ont pu atteindre résulte de l'examen de certains cirques, partiellement détruits ou comblés, que l'on voit encore sur le rivage. On s'assure ainsi qu'entre l'invasion et le retrait de la mer de la Sérénité il s'est écoulé une période assez longue pour permettre la constitution d'une croûte résistante. La grande cassure des Pyrénées fait face, de l'autre côté de la mer du Nectar, à celle des monts Altaï. L'une et l'autre confirment la concordance habituellement observée sur les failles entre le regard et la convexité.

» Extraite, ainsi que la feuille précédente et la planche *e*, d'un cliché du 26 avril 1898, la planche XXVIII s'avance jusqu'au pôle nord. Elle nous fait assister à un changement progressif dans l'aspect du sol, changement analogue à celui que nous avons constaté sur la planche XXV. Les fonds des cirques, d'abord déprimés bien au-dessous de la surface moyenne, se relèvent par degrés jusqu'à se confondre avec elle. En même temps, les bourrelets des cirques éprouvent un exhaussement continu, et arrivent dans la région arctique à se constituer en réseau, de manière à isoler des bassins rectangulaires. Tout autre est la structure du massif des monts Taurus, représenté dans la partie sud de la feuille. Appuyé au grand cirque Posidonius et isolé sur deux faces par l'effondrement des

parties voisines, il s'épanouit en éventail vers le Sud-Ouest. De nombreuses bouches volcaniques y jalonnent les divisions naturelles. Des fissures étroites, évidemment plus modernes et dues à des causes profondes, traversent le groupe entier sans aucun égard pour les accidents de la surface.

» La planche XXIX nous montre aussi le bord occidental de la Lune à partir du pôle nord, mais s'étend jusque dans des latitudes plus basses. La faible hauteur du Soleil y fait apparaître de nombreuses formations qui, sur la feuille précédente, étaient à peine indiquées ou même tout à fait imperceptibles. La mer des Crises, la mieux délimitée des grandes plaines de la Lune, offre ici divers traits de ressemblance avec certains cirques, dont ses dimensions seules la séparent. Telles sont l'existence d'une circonvallation entourant à distance la région submergée, ou celle d'un massif élevé, de contour triangulaire, placé à l'extrémité nord de l'enceinte et ayant fait obstacle aux mouvements de charriage. Comme les précédentes, cette feuille apporte divers faits intéressants concernant les variations d'étendue et d'intensité des taches claires ou sombres. Jusqu'à présent, il semble plutôt que les taches sombres soient sujettes à un changement périodique dépendant de la phase. Les variations des teintes claires embrasseraient des durées plus longues et ne deviendraient ordinairement sensibles qu'après un intervalle de quelques années.

» Dans une prochaine Communication, nous conduirons cette revue rapide jusqu'au point où est actuellement parvenue notre publication, et nous tenterons d'en dégager quelques conclusions d'ordre général. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelles recherches sur l'hydrure de silicium liquide* Si^2H^6. Note de MM. **H. Moissan** et **S. Smiles**.

« Nous avons indiqué, dans une précédente publication, quelles étaient la préparation et les propriétés de l'hydrure de silicium liquide Si^2H^6 (¹). Nous avons poursuivi cette étude et nous publions aujourd'hui des recherches complémentaires sur ce sujet.

» *Densité de vapeur*. — La densité de vapeur de cet hydrure a été déterminée par la méthode de Gay-Lussac. Dans un tube gradué, rempli de

(¹) H. Moissan et S. Smiles, *Préparation et propriétés d'un nouvel hydrure de silicium* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 569; 10 mars 1902).

mercure, nous avons fait passer une ampoule de verre contenant 0,255 de siliciure liquide. Un courant de vapeur d'eau maintenait le tube à la température de 100°, et nous avons obtenu ainsi un volume gazeux de 8^{cm^3},30 : ce qui correspond à la densité 2,37. La densité théorique pour le composé Si^2H^6 serait de 2,14.

» Ces chiffres établissent donc que ce nouvel hydrure de silicium doit être représenté par la formule Si^2H^6 ou $\begin{matrix} SiH^3 \\ | \\ SiH^3 \end{matrix}$, ce qui rend ce corps comparable à l'éthane et au silico-méthane.

» *Propriétés.* — L'hydrure de silicium liquide peut être chauffé à la température de 100° sans présenter trace de décomposition. Par refroidissement, il reprend l'état liquide et conserve toutes ses propriétés.

» Si l'on fait passer dans la vapeur, maintenue gazeuse sous pression réduite, une série d'étincelles d'induction, on voit se déposer de longs filaments de silicium amorphe en même temps que l'hydrogène est mis en liberté. Après 15 à 20 minutes, le volume de gaz n'augmente plus sensiblement.

» L'hydrure de silicium est très soluble dans le silicate d'éthyle; il est légèrement soluble dans l'eau, mais cette solution est attaquée lentement par l'oxygène qui se trouve en dissolution dans le liquide.

» Comme nous l'avons fait déjà remarquer, c'est un réducteur très énergique, agissant instantanément sur les solutions de bichlorure de mercure, de chlorure d'or et d'azotate d'argent. Avec ce dernier composé, il fournit un mélange complexe de siliciures d'argent hydratés.

» Une solution aqueuse de perchlorure de fer est attaquée lentement par ce nouveau composé; il se produit un précipité de couleur brune, insoluble dans l'acide chlorhydrique dilué. Une solution étendue de sulfate d'indigo est décomposée et produit lentement un précipité de couleur verte. Il réduit de même une solution aqueuse et neutre de permanganate de potassium.

» L'hydrure de silicium liquide réduit lentement à froid une solution de bichromate de potassium acidulé par une goutte d'acide sulfurique. Il se produit une solution verte de sulfate de chrome.

» L'action de cet hydrure sur l'eau de brome est lente aussi à froid, mais, pour peu que l'on élève la température, chaque bulle de vapeur d'hydrure de silicium qui traverse la solution s'entoure d'une couche de silice et l'excès vient brûler spontanément à la surface du liquide.

» Si l'on répète cette expérience au moyen d'acide azotique concentré,

la décomposition se produit de même assez lentement, et chaque bulle de vapeur d'hydrure de silicium se recouvre d'une petite couche de silice et de silicium amorphe, tandis que son volume augmente.

» La solution concentrée d'acide chlorhydrique n'a aucune action à froid sur ce nouveau composé.

» Avec l'acide sulfurique concentré et chauffé à 50°, il ne se produit pas de décomposition pendant un contact peu prolongé entre les deux corps. Mais nous avons remarqué que les vapeurs d'hydrure de silicium qui se dégageaient de cet acide sulfurique produisaient, au moment où elles s'enflammaient spontanément à l'air, un bruit sec et assez violent. Nous avons du reste constaté le même phénomène chaque fois que les vapeurs d'hydrure de silicium, soit seules, soit mélangées à l'hydrogène, étaient complètement privées de vapeur d'eau. Ce phénomène peut être facilement réalisé en produisant un mélange d'hydrogène, d'hydrogène silicié SiH^4 et d'hydrogène silicié liquide Si^2H^6, desséché par son passage dans un tube maintenu à — 80° et abandonné ensuite bulle à bulle au contact de l'air. Chaque bulle de gaz bien sec produit une explosion plus violente que si le mélange est saturé de vapeur d'eau.

» Mais l'action la plus curieuse de l'hydrure de silicium liquide est celle qu'il exerce sur les composés saturés, riches en chlore ou en fluor. Nous pensions qu'il pouvait être soluble dans le tétrachlorure de carbone. Pour étudier cette solubilité, nous avons placé du tétrachlorure de carbone parfaitement sec dans une petite éprouvette retournée remplie de mercure. Nous avons fait ensuite arriver, au contact du tétrachlorure de carbone, une petite ampoule ouverte contenant une goutte d'hydrure de silicium. Dès qu'il y a eu contact entre les deux corps, une violente explosion s'est produite avec formation d'une flamme, et l'éprouvette a été brisée. En reprenant cette expérience sur des quantités de matières plus petites, nous avons pu constater qu'il se formait en abondance de l'acide chlorhydrique absorbable par l'eau avec réaction acide et précipitation par l'azotate d'argent, en même temps qu'il se déposait du carbone amorphe de couleur noire et du silicium marron. Ce dernier corps peut être détruit au moyen d'une solution de potasse au contact de laquelle il dégage de l'hydrogène.

» L'un de nous, en collaboration avec M. Lebeau (¹), a démontré que

---

(¹) H. Moissan et P. Lebeau, *Préparation et propriétés d'un nouveau corps gazeux, l'hexafluorure de soufre* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXVI, 1902, p. 145).

l'hexafluorure de soufre SF^6 est un composé d'une stabilité assez grande pour que l'on puisse fondre du sodium dans ce gaz sans le décomposer.

» Dans un tube retourné sur le mercure contenant une petite quantité de vapeurs d'hydrure de silicium, nous avons fait passer 2^{cm^3} ou 3^{cm^3} d'hexafluorure de soufre. A cause de la densité de ce dernier composé (5,03), il n'y a pas eu mélange, et par conséquent réaction. Mais au moment où nous avons voulu faire passer le gaz dans une autre éprouvette, il s'est produit une violente détonation accompagnée d'une flamme bleue et d'un dépôt de silicium. Les deux éprouvettes ont été brisées.

» En résumé, l'hydrure de silicium liquide a pour formule Si^2H^6; il correspond à l'éthane, est spontanément inflammable en présence de l'air et possède des propriétés réductrices très énergiques. Il décompose avec violence le tétrachlorure de carbone et l'hexafluorure de soufre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés nouvelles du silicium amorphe.* Note de MM. **H. Moissan** et **S. Smiles.**

« Lorsque l'on décompose les vapeurs du siliciure d'hydrogène liquide Si^2H^6 par une série de petites étincelles d'induction, on obtient de l'hydrogène et du silicium. Ce silicium se présente sous forme de longs filaments laineux, de couleur café au lait clair, possédant des propriétés réductrices particulières que ne donne pas le silicium amorphe préparé par le procédé de M. Vigouroux (¹).

» Ce silicium très finement divisé réduit en effet lentement, à la température ordinaire, une solution neutre de permanganate de potassium. Cette réduction se fait beaucoup plus rapidement à 100° ; il réduit aussi une solution de sulfate de cuivre à l'ébullition. De même une solution de bichlorure de mercure portée à 50° ou 60° produit avec ce silicium amorphe une notable quantité de calomel. Enfin, une solution de chlorure d'or très étendue est réduite à l'ébullition par ce silicium.

» Comme nous le faisions remarquer précédemment, ces phénomènes de réduction ne sont pas obtenus avec le silicium amorphe préparé par le procédé de M. Vigouroux, même lorsque ce silicium vient d'être fraîchement lavé avec le plus grand soin, au moyen d'une solution pure et concentrée d'acide fluorhydrique.

» Nous pensons que cette différence tient au simple état de division du

(¹) Vigouroux, *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XII, 1897, p. 5.

silicium. Nous rappellerons que l'un de nous a déjà mentionné des réactions similaires obtenues avec le bore pur (¹). Cependant avec le bore les réactions sont beaucoup plus frappantes, parce qu'elles se continuent; ce qui tient, pensons-nous, à ce que le produit d'oxydation du bore, l'acide borique, est soluble dans l'eau, tandis que la silice hydratée qui se produit dans la plupart de ces réductions forme une couche insoluble autour du silicium et limite rapidement la réaction. »

MÉDECINE. — *Sur l'appendicite et ses causes.* Note de M. LANNELONGUE.

« Les médecins de presque tous les pays, le grand public lui-même, se sont passionnés pour la solution de ce problème : D'où provient cette maladie, hier encore inconnue, *l'appendicite,* et quelle est la cause de son extrême fréquence ?

» L'appendicite n'est pas une maladie nouvelle, et s'il n'est pas douteux que de nombreux faits publiés de perforation de l'appendice depuis au delà de 100 ans démontrent son existence réelle alors, j'émets aussi l'idée qu'on peut la retrouver bien plus avant encore; et que l'Égypte des Pharaons paraît même en avoir présenté des exemples.

» Dans l'une des momies de la XIe dynastie, c'est-à-dire il y a 5000 ans environ, qui a été étudiée par M. le Dr Fouquet, au point de vue du tatouage et des sacrifications comme méthode de traitement des maladies des os et des séreuses, on voit des séries de lignes ondulées dans chacune des fosses iliaques, indiquant que le sujet était traité pour une péritonite aiguë dont il présente les marques. Or, l'examen de cette momie m'a fait voir qu'elles étaient plus accentuées du côté droit, ce qui me porte à croire que la péritonite dont est morte cette jeune fille ou jeune femme était d'origine appendicitaire.

» Donc l'appendicite existait avant ces dernières années, mais elle était cataloguée sous les noms très différents des maladies suivantes, dont je ne cite que les principales : péritonite, typhlite, psoïtis, invagination de l'intestin, indigestion, phlegmons de la fosse iliaque, phlegmons des ligaments larges, comprenant ce qu'on appelle aujourd'hui les *salpingites* et les *ovarites*, congestions ou autres maladies du foie, des reins, névralgies abdominales, etc.

» On voit encore journellement des malades atteints d'appendicite

---

(¹) H. MOISSAN, *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. VI, 1895, p. 293.

soignés pour l'une ou l'autre de ces maladies, par des médecins attardés dans leurs connaissances anciennes.

» Le progrès accompli a été de faire restitution, à ce petit organe qu'on appelle l'*appendice*, de toutes ces maladies diverses que notre ignorance ou une observation mauvaise plaçait dans les organes circonvoisins : reins, foie, annexes utérines, estomac et surtout le péritoine.

» Ici l'erreur était d'autant plus facile que l'appendice, flottant librement de toutes parts dans la cavité péritonéale, une péritonite, limitée et protectrice ou étendue et pleine de périls, est la conséquence pour ainsi dire obligée de l'appendicite extensive, c'est-à-dire dépassant la faible paroi de l'appendice.

» Or, puisque la péritonite complique nécessairement toute appendicite évolutive et qu'on ne connaissait pas jadis l'appendicite, on a dû nécessairement appeler cette dernière *péritonite*, ou encore *phlegmon iliaque* ou *pérityphlite*, qui ne sont habituellement que des péritonites enkystées, on le sait bien aujourd'hui.

» C'est, en effet, ce qui a eu lieu; afin d'avoir à cet égard une opinion précise, non entachée d'erreur, j'ai fait faire avec soin, à l'hôpital Trousseau ([1]), le relevé des péritonites aiguës non tuberculeuses, dans une période de cinq ans, antérieure à l'appendicite, de 1885 à 1889. Ce relevé a donné 470 cas répartis ainsi par année : 104 en 1885, 76 en 1886, 94 en 1887, 110 en 1888, 86 en 1889.

» J'ai fait relever pareillement le nombre d'appendicites reçues et traitées dans ce même hôpital à l'époque où l'appendicite a battu son plein, c'est-à-dire de 1895 à 1899, et le nombre en a été de 443.

» En somme, 470 péritonites dans la période quinquennale de la péritonite et 443 appendicites dans la période quinquennale de l'appendicite. Ces chiffres sont très comparables, et la différence de 27 appendicites en moins peut être considérée comme étant d'autant plus insignifiante que, durant la période de 1895 à 1899, à ce même hôpital, il y a eu 166 cas de péritonites aiguës autres que des appendicites et que, parmi eux, il y a eu certainement des faits d'appendicite méconnus.

» On comprend, d'après ce rapprochement de chiffres hospitaliers, c'est-à-dire impersonnels, pourquoi dans le public on ne parle plus, pour

---

([1]) Ce relevé a été fait dans un hôpital d'enfants, pour deux motifs : 1° parce que l'appendicite est beaucoup plus fréquente chez eux; 2° parce qu'il est beaucoup plus facile d'apprécier chez les enfants la part des influences, notamment du régime alimentaire, sur le développement de l'appendice.

ainsi dire, de péritonites aiguës qui jetaient l'effroi dans les familles autrefois, depuis la venue de l'appendicite, qui a pris sa place et qui ne l'eût pas cédé certainement en gravité à la péritonite si la chirurgie n'était pas intervenue.

» Donc, chez les enfants des pauvres, qui n'ont guère une nourriture différente, aujourd'hui, de celle d'il y a vingt ans, l'appendicite n'est pas plus fréquente que jadis. Il en est de même chez les enfants des riches. On pourrait ajouter encore qu'on la rencontre assez fréquemment en dehors des villes, dans les plus humbles villages, dans les habitations des champs où l'on mange peu de viande. Si j'en crois les témoignages de praticiens âgés, bons observateurs, c'est bien comme autrefois : l'appendicite actuelle a la physionomie de la péritonite et de la pérityphlite du vieux temps.

» Si l'influence grippale peut être invoquée parfois, c'est uniquement à titre de cause prédisposante en plaçant l'organisme dans des conditions d'infériorité comme résistance ; les microbes, rendus plus virulents par la grippe, impressionnent les voies lymphatiques de l'appendice. On peut en dire autant de certaines infections, comme la fièvre typhoïde et la rougeole, par exemple.

» L'appendicite est une entérite microbienne; sans microbes pas d'appendicite. Ceux-ci sont tantôt aérobies et tantôt anaérobies; leur virulence est plus ou moins intense, mais elle est certainement augmentée d'intensité pour produire l'appendice. Il en est, de plus, qui ont des propriétés pathogènes spécifiques qui font de la gangrène, etc.

» Le début est comparable à l'entérite du reste de l'intestin, du gros surtout, qui ici se borne souvent à des coliques et à de la diarrhée; mais elle a deux phases : l'une où les phénomènes restent localisés dans la paroi de l'appendice, surtout de la muqueuse et dans ses organes annexes, follicules, etc. Cette phase, qui est parfois inaperçue, qui n'est pas recherchée souvent, dont les parents ne s'inquiètent pas, peut durer plus ou moins longtemps, avoir des va-et-vient, des intermittences à longue distance, des guérisons provisoires, des troubles gastriques, des coliques plus ou moins fortes, de la sensibilité même de la région appendicitaire, et quelquefois un peu de fièvre, mais elle n'a rien de spécial. On la prend pour une indigestion, pour un embarras gastrique; elle guérit dans la plupart des cas, avec ou sans soins. Pour le chirurgien (et, dans cette maladie, comme cela aura lieu de plus en plus souvent dans l'avenir, la médecine et la chirurgie se confondent), l'appendicite n'existe que quand *le péritoine se prend,* ce qui veut dire quand il y a complication de péritonite.

» Or, deux grands groupes de faits se montrent tout de suite. Dans l'un,

le péritoine va faire des adhérences, fabriquer des fausses membranes en plus ou moins grande quantité, qui vont distraire l'appendice de la cavité péritonéale en le collant contre une paroi du ventre, la postéro-inférieure de préférence, contre un viscère, ou en le coiffant tout simplement. S'il se forme un abcès, cet abcès, bien que placé nécessairement dans le péritoine, sera limité et séparé de la grande cavité péritonéale, péritonite savamment protectrice qui va limiter les désordres, c'est-à-dire l'infection, en cantonnant les microbes dans un foyer, et la conservation de la vie avec ou sans une opération sera en général le prix de ce travail réactionnel de la nature.

» Dans l'autre, le grand péritoine, dans lequel est l'appendice, reçoit, soit par perforation prompte, soit par les vaisseaux de toute nature, les microbes et leurs toxines. Il ne réagit plus à la manière précédente; les infections, ou plutôt les microbes, trouvent dans ses sécrétions un élément de dissémination et de multiplication; la mort, à brève échéance, sera le terme de ce travail. Entre ces deux grands groupes sont parfois quelques faits intermédiaires que je passe sous silence.

» L'appendicite est rarement le fait d'un seul microbe; on en trouve souvent plusieurs associés, et cette association a souvent pour effet d'exulter leur virulence, c'est-à-dire de les rendre plus nocifs.

» La pénétration, dans la paroi de l'appendice, des microbes, par effraction de cette paroi est la condition habituelle du développement de l'appendicite; mais cette effraction ne semble pas devoir être une condition *sine qua non,* car il est démontré expérimentalement que des microbes peuvent traverser les parois d'un intestin ordinaire sans altération de la muqueuse. Toutefois, l'altération de la paroi est la grande règle, et cette altération a son origine dans des causes multiples.

» On a beaucoup discuté et beaucoup écrit à leur égard, mais on a eu trop souvent le tort de ne considérer qu'une cause, qu'on a crue unique, dont on s'est servi pour édifier une théorie.

» A l'origine, celle d'une cavité close, formée par l'intervention de corps étrangers venus du dehors ou par les coprolithes, se montra si séduisante qu'elle parut entraîner les convictions. Il faut en retenir aujourd'hui que, si la cavité close n'est pas nécessaire, des corps étrangers engagés dans l'appendice ou formés comme les coprolithes dans son intérieur, peuvent irriter la muqueuse, y produire une effraction réelle, quelque minime qu'elle soit, modifier ses sécrétions, accroître la virulence des microbes, permettre enfin aux toxines de s'introduire et d'infecter l'appendice.

» Toute irritation intestinale du gros intestin communiquée à l'appendice

peut produire les mêmes effets, et c'est ici que l'alimentation malsaine, indigeste, trop fermentescible, comme la nourriture très animalisée, peut avoir de fâcheux résultats.

» A côté des altérations par entérite, signalons celles par torsion, compression, etc. Mais, récemment, le 12 mars 1901, M. Metchnikoff a introduit un nouvel élément comme cause d'effraction de la paroi; après quelques auteurs qui avaient signalé la présence du tricocéphale, des ascaris, des lombrics dans les appendices extirpés, Metchnikoff examine les matières fécales des sujets atteints d'appendicite, et il y trouve la présence des œufs de vers intestinaux.

» Il en conclut que c'est là un cas fréquent d'appendicite et que les appendicites dites *familiales*, c'est-à-dire héréditaires, ou celles de la grippe, sont le résultat de l'introduction dans le corps des vers de ces nématodes par des eaux impures, des fruits ou des feuilles de végétaux souillés.

» J'ai prié mon préparateur, M. Guillot, de faire des recherches à ce sujet, et il a examiné avec beaucoup d'attention les selles de 128 sujets atteints : 21 d'appendicite, d'autres d'affections sans importance, ne comportant aucun régime alimentaire spécial. En voici les résultats :

» Appendicites, 21 cas : 16 aiguës, dont 1 avec péritonite généralisée et 5 froides. Dans ces 21 cas, on a trouvé 6 fois des œufs de vers, soit : 3 fois des œufs de trichocéphales seuls, 1 fois des œufs de trichocéphales et d'ascaris, 1 fois des œufs d'oxyures et d'ascaris, 1 fois des œufs d'oxyures seuls. Dans la péritonite généralisée, il y avait dans les selles des œufs de trichocéphale en grande quantité.

» Sur les 107 autres cas, on a observé 39 fois la présence d'helminthes : 12 ectopies testiculaires, 5 cas; 2 ruptures de l'urètre, 1 cas; 16 abcès tuberculeux, 3 cas; 14 tuberculoses chirurgicales, 6 cas; 15 fractures, 6 cas; 6 adénites, 2 cas; 2 paralysies infantiles, 1 cas; 8 brûlures, 3 cas; 3 plaies, 2 cas; 3 kystes du cordon, 2 cas; 1 division du voile du palais, 1 cas; 5 rachitismes, 2 cas. Enfin, on n'a rien trouvé, dans 5 autres cas : 1 déviation du nez, 2 morsures, 1 adénophlegmon, 1 sarcome. Les observations positives ont donné : 7 fois l'oxyure; 24 fois l'ascaris et 23 fois le trichocéphale. Il y avait l'oxyure seul, 2 fois; l'ascaris seul, 13 fois; le trichocéphale seul, 6 fois. Les associations ont été les suivantes; oxyure et trichocéphale, 1 fois; oxyure et ascaris, 1 fois; ascaris et trichocéphale, 16 fois.

» Les matières fécales des 128 observations d'enfants de 10 à 13 ans (99 garçons et 29 filles) ont donné en somme 45 fois des œufs d'helminthes.

On ne saurait donc dire, comme Pascal et Nérat, que les helminthes sont chez tous les individus; mais, malgré l'usage d'eau de source et l'emploi des filtres, la proportion de 35 pour 100 n'est que peu inférieure à celle que donnait Davaine, qui pensait que la moitié de Paris hébergeait de semblables hôtes.

» Dans les appendicites, la présence des vers a été de 28 pour 100 seulement; inférieure à celle qu'a observée M. Kirmisson, qui, sur 21 cas, a trouvé 17 fois des œufs de trichocéphale et 1 fois des œufs d'ascarides [1].

» L'abondance des parasites chez l'enfant est-elle une cause d'appendicite? Je ne saurais en douter en songeant que ces parasites, qui, d'ailleurs, ont été rencontrés avec les lombrics dans les abcès appendicitaires, peuvent traumatiser la paroi de l'appendice, s'implanter, le trichocéphale au moins, qui est l'hôte le plus habituel du cœur et de l'appendice dans la muqueuse et y déposer les microbes dont leur corps est couvert. Ces vers peuvent amener aussi des congestions et des modifications sécrétoires favorables à l'exaltation de la virulence microbienne. Il ne suffit pas, en effet que les microbes pénètrent dans les parois de l'appendice, il faut qu'ils possèdent des propriétés virulentes.

» Rien ne s'oppose, d'ailleurs, à ce que les accidents ne trouvent, pour se produire, des conditions meilleures lorsqu'une alimentation très azotée, irritante, ou très fermentescible vient agir sur la muqueuse de l'intestin, sur celle de l'appendice en particulier, pour l'irriter, la congestionner et la ramollir.

» Si la constitution anatomique de l'appendice n'a pas changé certainement depuis quelques siècles; il n'en est pas moins un organe fini, à peu près inutile, témoin d'un régime alimentaire que l'homme a modifié. Dans sa contexture trop affaiblie, il a conservé malheureusement un appareil lymphatique très développé, riche en follicules, qui le rend très sensible aux infections. Son implantation à angle droit sur le cæcum, son ouverture étroite rendent difficile la circulation du contenu; il s'engoue aisément, son contenu durcit souvent et vient fermer plus ou moins complètement le canal; il en irrite alors les parois. Tout cela favorise considérablement la pénétration et l'action nocive des microbes.

» Et comme surcroît de conditions défavorables, l'appendice flotte

---

(1) Nous avons trouvé le trichocéphale dans la proportion de 21 pour 100; Zaïlein, à Bâle, a donné pour cette ville 23,7 pour 100. De même Zaïlein et Heller, de Kiel, ont trouvé comme fréquence de l'ascaride et de l'oxyure les proportions de 19,4 pour 100 pour le premier et 12 pour 100, comparables aux nôtres.

en toute liberté dans le péritoine, qui est l'organe le plus sensible aux infections, parce qu'il est le milieu le plus propice, par ses sécrétions et sa contexture, à la dissémination et à la multiplication des microbes. Ainsi s'explique sans difficulté la fréquence et la gravité de l'appendicite.

» Tant que les phénomènes de l'appendicite restent cantonnés à cet organe et qu'ils n'ont pas entraîné de réaction péritonéale, tant que le péritoine n'est pas atteint, en un mot, on peut recourir à des purgatifs doux, sans crainte croyons-nous, s'il y a une indication tirée de l'état des voies digestives. Mais l'expérience apprend que les purgatifs aggravent souvent singulièrement la maladie dans les appendicites aiguës compliquées de péritonite, même limitée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Action des rayons X sur de très petites étincelles électriques.* Note de M. R. **Blondlot**.

« Lorsqu'on envoie des rayons X sur les boules d'un micromètre à étincelles, la distance explosive pour un potentiel donné augmente, ou, ce qui revient au même, le potentiel explosif pour une distance donnée des boules diminue. Cette propriété des rayons X a été découverte par M. Swyngedauw, en 1896.

» J'ai constaté une autre action de ces rayons sur l'étincelle, action analogue à la précédente, mais qui en est toutefois distincte. Faisons jaillir l'étincelle entre deux pièces de métal distantes d'une fraction de dixième de millimètre, la différence de potentiel employée étant un peu plus grande qu'il ne faut pour que l'étincelle éclate en l'absence de rayons X. Si alors on envoie ces rayons sur l'intervalle explosif, l'étincelle devient plus éclatante; si l'on supprime les rayons, l'étincelle reprend son aspect primitif.

» Cette expérience peut se faire très simplement de la manière suivante : Une tige de cuivre de 30^{cm} de longueur est coupée en son milieu, les extrémités en regard de la coupure étant limées en forme de pointes mousses. Les deux moitiés de cette tige sont fixées à un support en bois qui permet de régler à volonté la distance des pointes.

» Cet appareil est disposé devant le tube de Crookes, et parallèlement à l'axe de celui-ci. Le tube étant actionné par une bobine d'induction, à chaque rupture du courant inducteur ses deux électrodes agissent par influence sur les deux moitiés de la tige de cuivre, et une petite étincelle jaillit à la coupure. Une lame de plomb étant interposée de façon à inter-

cepter les rayons X, on modifie l'écartement des pointes et la distance du tube jusqu'à ce que l'étincelle, tout en étant extrêmement petite, se produise d'une manière absolument régulière, sans jamais manquer; elle a alors l'aspect d'une petite lueur rougeâtre. On a eu soin d'envelopper le tube de papier noir afin d'obtenir une obscurité complète. Si alors on enlève la lame de plomb, l'étincelle devient instantanément plus éclatante et plus blanche; si l'on replace la lame, l'étincelle reprend son premier aspect; si l'on agite rapidement la lame de plomb, de manière à masquer et démasquer alternativement la coupure, la petite lueur prend un aspect scintillant.

» Je me suis assuré que ces variations de l'étincelle ne sont pas dues à une modification de l'influence électrique par l'interposition de la lame de plomb : pour cela, j'ai répété l'expérience en remplaçant la lame de plomb par une lame d'aluminium de mêmes dimensions, ou même par une lame beaucoup plus grande : je n'ai alors plus constaté aucune variation de l'éclat de l'étincelle. Du reste, avant d'employer l'appareil décrit ci-dessus, je produisais la petite étincelle à l'aide d'une bobine d'induction minuscule, actionnée par le même courant inducteur que celle qui fait fonctionner le tube : l'influence électrostatique des électrodes du tube de Crookes n'était alors pour rien dans la production de l'étincelle, et cependant les effets observés étaient les mêmes.

» Cette action des rayons X sur l'étincelle ne rentre pas dans le phénomène connu de l'accroissement de la distance explosive. Ces deux phénomènes ont toutefois, selon toute vraisemblance, une explication commune : la diminution, par l'action des rayons X, de la résistance que l'air offre au passage de l'électricité. Cette diminution accroît l'éclat de l'étincelle, parce qu'elle accroît la quantité d'énergie mise en jeu à la coupure, toutes choses égales d'ailleurs. Le mot *résistance* n'est pas pris ici dans le sens absolument précis qu'il possède actuellement.

» On conçoit que l'on ne puisse observer le phénomène qui fait l'objet de cette Note qu'en employant des étincelles extrêmement petites; si, en effet, l'étincelle est plus forte, et par conséquent plus chaude, la résistance de l'air est rendue très faible par l'étincelle elle-même, et la diminution que l'action des rayons X peut lui faire subir n'exerce plus qu'un effet inappréciable sur l'éclat de l'étincelle. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de M. *Nordenskiöld*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Schiaparelli obtient	. . . .	42	suffrages
M. Langley »	. . . .	5	»
M. Agassiz »	. . . .	4	»

M. Schiaparelli, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le troisième Volume (première Partie) de « La face de la Terre », l'important Ouvrage de M. *Ed. Suess*, traduit et enrichi de nombreuses Cartes par M. *Emmanuel de Margerie*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations fonctionnelles.* Note de M. Ivar Fredholm, présentée par M. H. Poincaré.

« Dans ma Note antérieure (¹) j'ai exposé les traits principaux de la théorie de l'équation fonctionnelle

$$A_i\varphi(x) = \varphi(x) + \int_0^1 i(x, y)\varphi(y)\,dy = \psi(x), \tag{1}$$

en supposant que $i(x, y)$ soit fini et intégrable. Dans la présente Note, je vais traiter l'équation (1) dans l'hypothèse que $i(x, y)$ soit telle que $(x-y)^\alpha i(x, y)$ reste fini et intégrable, α étant inférieur à l'unité.

(¹) *Comptes rendus*, 27 janvier 1902.

» Formant une transformation A_k avec

$$k(x, y) = i(x, y) - i_2(x, y) + \ldots + (-1)^m i_{m-1}(x, y),$$

où

$$i_r(x, y) = \int_0^1 \ldots \int_0^1 i(x, \tau_1) i(\tau_1, \tau_2) \ldots i(\tau_{r-1}, y) \, d\tau_1 \ldots d\tau_{r-1},$$

on trouve

$$A_k A_i = A_i A_k = A_f$$

où

$$f(x, y) = (-1)^m i_m(x, y).$$

» On démontre sans difficulté que $f(x, y)$ est fini et intégrable dès que

$$m > \frac{1}{1 - \alpha}.$$

» Ainsi, toute solution de l'équation (1) satisfait à l'équation

$$(2) \qquad A_f \varphi(x) = A_k \psi(x).$$

» Or, $f(x, y)$ et $A_k \psi(x)$ étant finis, on peut appliquer à cette équation les méthodes que j'ai données dans la Note précitée. Comme il peut arriver cependant que l'on trouve des solutions de l'équation (2) qui ne satisfont pas à l'équation (1), il n'est pas sans intérêt que l'on puisse démontrer le théorème :

» *Si l'équation*

$$A_i \varphi(x) = 0$$

n'admet pas d'autre solution que $\varphi(x) = 0$, *l'équation*

$$A_i \varphi(x) = \psi(x)$$

admet toujours une et une seule solution.

» Pour le démontrer, plaçons-nous dans l'hypothèse la plus générale, c'est-à-dire supposons que D_f soit nul et que le mineur d'ordre n soit le premier qui soit différent de zéro. Conservant les mêmes notations que j'ai employées dans la Note précitée, on peut énoncer le résultat

$$A_i \Phi_\lambda(x) = \sum_{\mu=1}^{n} p_{\lambda\mu} \Phi_\mu(x),$$

où le déterminant des $p_{\lambda\mu}$ est différent de zéro.

» Posant

$$B_i \varphi(x) = \varphi(x) + \int_0^1 i(y, x)\, \varphi(y)\, dy,$$

on a

$$B_i \Psi_\lambda(x) = \sum_{\mu}^{n}{}_{1} q_{\lambda\mu} \Psi_\mu(x),$$

où le déterminant des $q_{\lambda\mu}$ est différent de zéro.

» Il s'ensuit que

$$B_k \Psi_\lambda(x) = 0 \qquad (\lambda = 1, \ldots, n).$$

» Posant maintenant

$$\varphi_0(x) = A_g A_k \psi(x),$$

on a

$$\begin{aligned} A_f \varphi_0(x) &= A_f A_g A_k \psi(x) = A_g A_k \psi(x) \\ &= A_k \psi(x) - \sum_{\lambda}^{n}{}_{1} f(x, y_\lambda) \int_0^1 \Psi_\lambda(x) A_k \psi(x)\, dx \\ &= A_k \psi(x) - \sum_{\lambda}^{n}{}_{0} f(x, y_\lambda) \int_0^1 \psi(x) B_k \psi_\lambda(x)\, dx = A_k \psi(x). \end{aligned}$$

» Ainsi

$$A_f \varphi_0(x) = A_k \psi(x)$$

ou

$$A_k [A_i \varphi(x) - \psi(x)] = 0.$$

» Par conséquent,

$$A_i \varphi_0(x) = \psi(x) + \sum_{\lambda}^{n}{}_{1} a_\lambda \Phi_\lambda(x).$$

» Or, en se rappelant que le déterminant des $p_{\lambda\mu}$ n'est pas nul, on trouve que l'on peut déterminer les coefficients c_λ de manière que

$$\varphi(x) = \varphi_0(x) + \sum_{\lambda}^{n}{}_{1} c_\lambda \Phi_\lambda(x)$$

satisfasse à l'équation

$$A_i \varphi(x) = \psi(x).$$

» La méthode exposée ci-dessus s'applique aussi à l'équation

$$\begin{aligned} \varphi(x_1, \ldots, x_n) + \int \cdots \int f(x_1, \ldots, x_n, y_1, \ldots, y_n) \\ \times \varphi(y_1, \ldots, y_n)\, dy_1, \ldots, dy_n = \psi(x_1, \ldots, x_n), \end{aligned}$$

si l'on suppose que l'intégration soit étendue à un volume fini et qu'il existe un nombre $\alpha < n$ tel que

$$\left[\sum_{1}^{n}{}_{i}(x_i - y_i)^2\right]^{\frac{\alpha}{2}} f(x_1, \ldots, x_n, y_1, \ldots, y_n)$$

reste inférieur à une quantité finie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des systèmes différentiels complètement intégrables.* Note de M. E. CARTAN, présentée par M. E. Picard.

« Je conserve, dans cette Note, les notations dont je me suis servi dans une Note précédente ayant le même titre.

» 1. Si l'on n'a pas r expressions différentielles intégrales d'un système donné complètement intégrable

$$(1) \qquad \begin{cases} \omega_1 \equiv a_1\, dx_1 + \ldots + a_n\, dx_n = 0, \\ \omega_r \equiv l_1\, dx_1 + \ldots + l_n\, dx_n = 0, \end{cases}$$

il se peut néanmoins que l'on puisse obtenir r expressions de cette nature en effectuant sur $\omega_1, \ldots, \omega_r$ une substitution linéaire de forme connue. D'une manière plus précise : soit G un certain groupe linéaire et homogène portant sur $\omega_1, \ldots, \omega_r$; la substitution en question peut s'obtenir en donnant aux paramètres du groupe G certaines valeurs fonctions de $x_1, \ldots, x_n$. Alors la substitution la plus générale de cette forme permettant d'obtenir r expressions différentielles intégrales se déduira d'une substitution particulière suivie d'une substitution du groupe G pour laquelle les paramètres seraient des fonctions arbitraires des intégrales $u_1, \ldots, u_r$ de (1).

» Par exemple, on peut toujours mettre les covariants bilinéaires de $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_r$ sous la forme suivante :

$$(2) \qquad \omega'_i = \sum_{\lambda,\mu} C_{\lambda\mu i}\,\omega_\lambda\,\omega_\mu + \sum_k \alpha_{ki}\,\omega_k\,\varpi_1 + \ldots + \sum_k \lambda_{ki}\,\omega_k\,\varpi_\rho,$$

où les $\alpha, \beta, \ldots, \lambda$ sont ρ systèmes de constantes, $\varpi_1, \ldots, \varpi_\rho$ étant ρ expressions de Pfaff. Alors, si l'on considère les ρ transformations infinitésimales linéaires et homogènes

$$\sum \alpha_{ki}\,\omega_k \frac{\partial f}{\partial \omega_i}, \quad \ldots, \quad \sum \lambda_{ki}\,\omega_k \frac{\partial f}{\partial \omega_i},$$

le plus petit groupe linéaire et homogène auquel elles appartiennent peut être pris pour le groupe G.

» II. On peut souvent arriver à réduire le groupe G à un de ses sous-groupes par l'un des procédés suivants :

» 1° Si l'on effectue sur les ω_i une substitution linéaire obtenue en remplaçant les paramètres de G par des fonctions quelconques de $x_1, \ldots, x_n$, les formules (2) conservent la même forme, $\varpi_1, \ldots, \varpi_\rho$ étant remplacées par d'autres expressions différentielles. Certaines combinaisons linéaires C à coefficients constants des $C_{\lambda\mu i}$ subissent alors des transformations qui ne dépendent que des paramètres de G (et non de leurs dérivées partielles); ces combinaisons linéaires sont d'ailleurs connues immédiatement dès qu'on connaît les transformations infinitésimales de G. Le groupe isomorphe à G qui transforme les quantités C peut admettre des invariants : *ce sont alors des intégrales du système donné;* on peut aussi profiter de l'indétermination des paramètres pour donner à certaines de ces quantités des valeurs constantes. *On arrive ainsi à réduire le groupe* G *à l'un de ses sous-groupes* G_1, sur lequel on peut répéter les mêmes opérations s'il y a lieu.

» 2° La connaissance d'une intégrale particulière U du système donné (1) conduit à des résultats analogues; il suffit d'exprimer dU en fonction linéaire de $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_r$ et de raisonner sur les coefficients obtenus comme on a raisonné tout à l'heure sur les quantités C.

» 3° Il en est de même de la connaissance d'une transformation infinitésimale Xf admise par le système donné; il suffit de raisonner sur les r quantités

$$(X, \omega_1), \quad (X, \omega_2), \quad \ldots, \quad (X, \omega_r)$$

définies dans ma première Note et qui subissent entre elles les transformations du groupe G.

» On pourra toujours appliquer l'un de ces trois procédés jusqu'à ce qu'on n'obtienne plus d'intégrale nouvelle et qu'on ne puisse plus réduire le groupe G.

» III. Lorsque le groupe final G ne se réduit pas à la substitution identique, on peut suivre pour l'intégration deux voies bien distinctes :

» 1° On peut chercher une intégrale particulière du système; la méthode exposée plus haut (II, 2°) réduit le groupe G et peut même donner des intégrales nouvelles : c'est à cet ordre d'idées que se rattache la théorie du *dernier multiplicateur* de Jacobi, lorsque G est le groupe linéaire et homogène spécial à r variables.

» 2° On peut chercher une des substitutions particulières qui conduisent de $\omega_1, \ldots, \omega_r$ à r expressions différentielles intégrales. Pour certaines formes particulières du groupe G, cette méthode conduit à des résultats très simples.

» Il y aurait ainsi, pour chaque groupe G, une théorie d'intégration à établir.

» IV. Comme application, je signalerai la théorie des systèmes d'équations aux dérivées partielles admettant des caractéristiques dépendant d'un nombre fini de constantes arbitraires. Ces systèmes se ramènent à des systèmes d'équations de Pfaff non complètement intégrables

$$\omega_1 = \omega_2 = \ldots = \omega_h = 0; \tag{3}$$

le système différentiel des caractéristiques comprend les équations (3) et, pour ce système, le *groupe* G *échange entre elles* $\omega_1, \ldots, \omega_h$.

» En particulier, dans le cas d'une seule équation de Pfaff (non complètement intégrable), la connaissance de deux intégrales particulières du système caractéristique et d'une transformation infinitésimale laissant l'équation invariante conduit à une nouvelle intégrale : c'est celle que fournit le théorème de Poisson.

» Comme résultats nouveaux, je citerai les suivants qui se rapportent à un système en involution de deux équations aux dérivées partielles du second ordre à une fonction inconnue de deux variables indépendantes. *Si l'on connaît une intégrale particulière du système caractéristique, en général l'intégration s'achève par des différentiations.* Si, sans connaître aucune intégrale, on connaît un groupe à deux paramètres laissant le système invariant, les caractéristiques s'obtiennent *sans intégration* si le groupe n'a pas ses transformations toutes échangeables entre elles; elles s'obtiennent, en général, par des quadratures et, dans le cas le plus défavorable, par une équation de Riccatti, si le groupe a ses transformations échangeables entre elles. »

MÉCANIQUE. — *Sur les moteurs à injection.* Note de M. L. LECORNU, présentée par M. Sarrau.

« Les considérations exposées dans ma précédente Note *Sur les moteurs à combustion* s'étendent aisément aux moteurs basés sur l'injection progressive du combustible dans la chambre de combustion. Prenons pour

exemple le moteur Diesel : le cylindre, au début de la course, renferme de l'air pur, porté par compression adiabatique à une température élevée; à mesure que le piston se déplace, on refoule dans l'enceinte du pétrole pris à la température ambiante T_0. J'admets que le refoulement est fait par filets assez minces pour assurer la combustion immédiate.

» Appelons U_0 l'énergie du système mixte constitué, avant la compression, par le poids m de pétrole liquide qui va être injecté pendant la course, et par le poids $1-m$ d'air contenu dans le cylindre. Ce système est à la pression atmosphérique p_0 et à la température T_0. A la fin de la détente, au moment où commence l'échappement, l'ensemble constitue une masse unique de poids égal à l'unité, formée d'un mélange d'air et de pétrole brûlé, possédant la température T_1 et l'énergie W_1. Si l'on néglige le petit travail nécessaire pour refouler le pétrole dans le cylindre, on voit, comme précédemment, que le travail utile est $\varpi = E(U_0 - W_1) + p_0(V_0 - V_1)$.

» L'expression du rendement dépend, ici encore, de la façon dont on entend évaluer la chaleur Q dégagée par la combustion. S'il s'agit de la combustion du pétrole liquide, effectuée à volume constant à la température T_0, et si W_0 désigne l'énergie du mélange après cette combustion, on a $Q = U_0 - W_0$ et la formule (1) de ma précédente Note demeure applicable. On doit seulement faire attention que U_0 est ici l'énergie du système comprenant le poids m de pétrole liquide, tandis que précédemment c'était l'énergie du mélange formé par l'air et par le combustible gazéifié. Si la chaleur Q est supposée dégagée à une température autre que T_0, il faut avoir recours à la formule plus générale (2).

» Il est intéressant de rechercher si, comme l'a prétendu M. Diesel, l'injection progressive de pétrole, calculée de manière à réaliser une combustion isothermique, donne, toutes choses égales d'ailleurs, un rendement plus avantageux que l'explosion. Pour résoudre cette question, imaginons qu'on commence par brûler progressivement dans le cylindre une partie du pétrole, de manière à obtenir, sous le volume V et à la température T, l'énergie J. Si, à ce moment, le surplus est brûlé instantanément, le volume ne change pas, non plus que l'énergie; la température croît de T à T'. Poursuivons ensuite la course par détente adiabatique et admettons que les produits suivent alors la loi de détente des gaz parfaits : $T' = h V^{1-\gamma}$, dans laquelle h est une constante. La température finale sera $h V_1^{1-\gamma}$ et, comme le volume V_1, correspondant au début de l'échappement, a une valeur donnée, le rendement sera d'autant meilleur que h sera plus petit. Supposons maintenant que, avant de produire l'explosion, on

laisse continuer un instant la combustion progressive. Si $p\,dv$ est le supplément de travail ainsi produit, on a $dJ + Ap\,dv = 0$. L'explosion donne ensuite une température $T' + dT'$, sans faire varier l'énergie qui conserve la valeur $J + dJ$. On a donc, en appelant c' la chaleur spécifique à volume constant du mélange totalement brûlé : $dJ = c'dT'$, d'où $c'dT' + Ap\,dv = 0$. D'ailleurs $\frac{dh}{h} = \frac{dT'}{T'} + (\gamma - 1)\frac{dv}{v}$. En combinant ces équations et en tenant compte de la relation $p'v = \frac{c'(\gamma - 1)}{A}T'$, on trouve

$$\frac{dh}{h} = \frac{A\,dv}{c'T'}(p' - p).$$

» $p' - p$ est l'augmentation de pression due à l'explosion à volume constant. On voit que dh a le signe de dv, c'est-à-dire que, en retardant l'explosion finale, on augmente h et, par conséquent, on diminue le rendement.

» Il est clair, d'après cela, que, pour obtenir le plus grand rendement possible, on doit produire l'explosion dès le début de la course.

» Ceci suppose, bien entendu, que la compression est dans tous les cas la même; le principal avantage de la combustion progressive consiste à permettre d'augmenter cette compression sans dépasser à un instant quelconque la pression limite compatible avec la résistance du cylindre. »

PHYSIQUE. — *Sur la liquéfaction de l'air par détente avec travail extérieur récupérable.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

« Le 10 septembre 1900, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une Note relative aux premiers résultats de recherches entreprises dans le but d'arriver à la liquéfaction économique de l'air atmosphérique. Je rappelais, dans cette Note, que si l'on pouvait substituer à la détente genre Linde, dite sans travail extérieur et employée exclusivement jusque-là, une détente avec travail extérieur *récupérable*, détente effectuée par exemple dans une machine à tiroir et piston, on arriverait sans doute à améliorer beaucoup le rendement des appareils liquéfacteurs.

» Je signalais, à ce propos, qu'en dépit de nombreuses tentatives infructueuses, il me paraissait possible de réaliser un moteur détendeur fonctionnant dans ces conditions extrêmes de température, grâce à certains artifices destinés à assurer le graissage dans la période de refroidissement initial et

grâce ensuite aux propriétés lubrifiantes de l'air liquide lui-même; j'indiquais qu'effectivement un moteur de ce genre, après refroidissement progressif, grâce aux artifices ci-dessus indiqués, avait pu fonctionner à différentes reprises pendant plusieurs heures à la température de $-170°$, absolument sans bruit et sans grippements, sous l'influence évidente de l'air liquide formé en buée à la fin de chaque détente.

» Toutefois, l'imperfection de mes appareils ne m'avait pas encore permis d'en extraire la moindre quantité d'air liquide.

» Depuis cette époque, j'ai continué mes essais : après avoir eu à surmonter une longue série de difficultés pratiques, au cours desquelles les encouragements de MM. Potier et d'Arsonval m'ont été bien précieux, j'ai aujourd'hui la grande satisfaction d'annoncer à l'Académie l'entière réalisation de mes prévisions.

» Les principaux de mes perfectionnements ont consisté d'abord dans une modification complète de l'échangeur, dont la surface d'échange a été portée de $7^{\mathrm{mq}},5$ à 30^{mq}, puis dans une modification des surfaces frottantes au tiroir de la machine, telles qu'il est possible aujourd'hui de marcher à 45^{atm}, sans aucun grippement, avec tiroir non équilibré; enfin, dans divers artifices que je me propose de signaler ultérieurement.

» Le résultat de ces perfectionnements a été tel que ma machine, fonctionnant sous une pression de 28^{atm} à 30^{atm}, avec un indice d'admission de $\frac{1}{5}$ et à une vitesse de 230 tours par minute, développe une puissance utile d'environ 6 à 7 chevaux, absorbés dans une dynamo, et fournit environ 20^{l} à l'heure d'air liquide, pour une puissance *réelle* aux compresseurs légèrement supérieure à 30 chevaux. Il convient d'observer que le travail récupérable est actuellement perdu sans profit et qu'il y aurait lieu, en pratique, de le défalquer de celui qui est nécessaire aux compresseurs; cela ramène à 25 chevaux environ la puissance effective réelle correspondant à la production de 20^{l} à l'heure, soit près de 1^{l} par cheval et par heure.

» J'ai l'espoir que ces résultats seront très notablement améliorés encore, en poussant plus loin la détente; en opérant avec des machines plus puissantes, pour lesquelles l'influence relative des rentrées de chaleur et des frottements internes sera atténuée; en améliorant encore les échangeurs, le mien perdant actuellement 15 pour 100 du froid produit; enfin, en réfrigérant au préalable l'air à traiter, par un procédé semblable à celui qui donne dans les appareils Linde de si bons résultats.

» Tel quel, le rendement de ma première machine, nécessairement im-

parfaite et encore mal réglée, est presque double de celui des meilleurs appareils existants, et ce, sous des pressions de fonctionnement bien moins élevées et susceptibles d'être beaucoup réduites encore ([1]). »

Remarques au sujet de la Note de M. G. Claude; par M. d'Arsonval.

« En présentant la Note de M. G. Claude, je tiens à dire à l'Académie qu'ayant suivi de près toutes les expériences je puis me porter garant des chiffres donnés par l'auteur, tant pour la production d'air liquide que pour l'air sous pression consommé.

» Il y a des réserves à faire sur le rendement lorsqu'on marchera avec un compresseur directement attelé sur la machine à vapeur et sur l'appareil d'utilisation.

» Quoi qu'il en soit, M. Claude a eu le mérite de mener à bien un dispositif qui avait échoué jusqu'ici entre des mains très expérimentées : une première fois essayé sans succès par William Siemens (1857); une seconde fois par M. Solvay en 1895, comme en fait mention la Communication faite en son nom à l'Académie par notre confrère Cailletet. M. Solvay disait dans sa Note : « Le maximum d'abaissement de température auquel je » réussis à arriver ainsi fut de -95°, les causes de déperdition du froid » produit l'emportant ensuite sur la puissance de production ».

» Enfin, un homme dont personne ne contestera la haute compétence dans cette question, M. Linde, disait, dans le *Génie civil*, il y a quelques années : « La réalisation de ce procédé (indiscutable en théorie) est » contestable en pratique pour les raisons suivantes : Supposons que ce » procédé soit appliqué à l'air atmosphérique, jusqu'à la température qui » doit être atteinte pour la liquéfaction; à ce moment, on a en présence » tous les corps étrangers mélangés à l'air, tels que l'eau, l'acide carbo» nique, etc., ainsi que tous les restes de matière lubrifiante employée à

([1]) J'ai déjà dit toute la reconnaissance dont je suis redevable à MM. d'Arsonval et Potier, pour les encouragements et les conseils qu'ils m'ont prodigués; j'ai encore le devoir de témoigner toute ma gratitude envers la Compagnie des Omnibus, aux usines de laquelle j'ai effectué ces essais, tant pour l'aimable accueil que j'ai trouvé auprès de ses dirigeants que pour le concours dévoué qui m'a été apporté par son personnel de l'usine de « Puébla ». J'ai également à cœur de ne pas oublier dans l'expression de cette gratitude M. Weltiner, ingénieur, qui a été pour moi, en toutes circonstances, un collaborateur précieux.

» l'état solide. Dans ces conditions, le fonctionnement d'un cylindre d'ex-
» pansion avec ses organes de distribution devient presque impossible à
» réaliser. Tous ceux qui ont travaillé avec ces basses températures
» savent combien la manipulation d'un simple robinet présente déjà de
» difficultés. En outre, il serait très difficile, pour ne pas dire impossible,
» de protéger comme il convient, pour ces basses températures, le cylindre
» d'expansion et son mécanisme contre l'action de la chaleur extérieure.
» *On ne pourra donc pas du tout atteindre ces températures avec un pareil*
» *dispositif* ».

» Malgré les échecs de W. Siemens et de Solvay, malgré les paroles si sages de Linde, après avoir été témoin des premiers résultats de M. Claude il y a 2 ans, je n'ai pas hésité à l'encourager à persister dans cette voie. Le résultat a montré, une fois de plus, que la théorie a toujours raison lorsqu'elle sait tenir compte des propriétés de la matière que l'expérience seule nous apprend à connaître.

» J'ajouterai que le dispositif employé par M. Claude pour la liquéfaction de l'air atmosphérique nous permettra d'aborder, avec la même facilité, la liquéfaction de l'hydrogène, appelée à rendre tant de services dans les recherches scientifiques. »

M. L. Cailletet, à la suite de la Communication de M. d'Arsonval, rappelle à l'Académie qu'il a eu l'honneur de l'entretenir déjà d'expériences qu'il poursuit en ce moment avec M. M. Leblanc, dans le but d'obtenir la liquéfaction industrielle de l'air.

L'air, préalablement comprimé vers 12^{atm} ou 15^{atm}, est *lancé* dans une turbine à grande vitesse, où il se liquéfie en se *détendant*.

L'emploi de la turbine présente de nombreux avantages et permet de supprimer les huiles de graissage qui, en se congelant, apportent de sérieuses difficultés au fonctionnement des machines à basses températures.

PHYSIQUE. — *Précautions à prendre en radiographie avec les bobines de Ruhmkorff.* Note de MM. Infroit et Gaiffe, présentée par M. d'Arsonval.

« En comparant les radiographies obtenues avec les bobines et les machines statiques, nous nous sommes aperçus que les dernières étaient

toujours très nettes, tandis que les premières étaient souvent légèrement floues. Comme, au moment de l'emploi des bobines, on avait toujours pris la précaution de supprimer le phénomène oscillatoire dans les tubes, par l'emploi d'une soupape de Villard, il fallait chercher une autre cause à ce manque de netteté. Nous croyons que ce défaut est dû à l'action du champ magnétique du faisceau de la bobine sur le flux cathodique de l'ampoule; et en effet, si l'on approche un tube de la bobine qui sert à l'actionner, on voit que le foyer sur l'anode se déplace, s'étale en forme de ligne lumineuse : dans les conditions les plus avantageuses pour la révélation du phénomène, c'est-à-dire lorsqu'on met l'ampoule dans le prolongement et très près du faisceau, la tache lumineuse atteint jusqu'à 5^{mm} de longueur, et le flux cathodique est dévié de telle sorte que très souvent il passe à côté de l'anode.

» Ce déplacement, visible dans les conditions que nous venons de spécifier, existe évidemment tant que l'on n'a pas soustrait le tube à l'action du champ magnétique, et, si peu qu'il se produise, il doit donner du flou aux images.

» Nous pensons donc qu'il y a intérêt, lorsqu'on cherche à obtenir des épreuves radiographiques en se servant de la bobine comme source, à mettre le tube à une distance suffisante pour que le flux cathodique ne soit plus dévié. »

ÉLECTRICITÉ. — *Action de la self-induction dans la partie extrême ultraviolette des spectres d'étincelles.* Note de M. EUGÈNE NÉCULCÉA, présentée par M. G. Lippmann.

« Nous avons indiqué, dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 23 juin 1902), les principes théoriques qui nous ont conduit à l'établissement d'un spectrographe en quartz qui permette d'obtenir, au moyen d'un seul prisme en quartz de 60° (système Cornu), malgré la très faible dispersion du quartz, une dispersion apparente plus forte que celle offerte par un réseau (spectre du premier ordre) et une mise au point absolument irréprochable. Nous nous proposons de donner un aperçu de ce calcul, dans un Mémoire plus étendu.

» En ce qui concerne la *partie électrique* de notre dispositif expérimental, nous avons eu l'occasion d'en dire quelques mots. Ajoutons encore que les

coefficients de self-induction de la bobine employée avec les métaux dont nous indiquerons ci-dessous la variation et le caractère de leurs raies les plus importantes se distribuent comme il suit (¹) :

Self-induction des	2	premières	couches.....	L_2	$= 0^{H},000602$
»	4	»	»	L_4	$= 0,00286$
»	6	»	»	L_6	$= 0,00689$
»	8	»	»	L_8	$= 0,01385$
»	10	»	»	L_{10}	$= 0,02543$
»	12	»	»	L_{12}	$= 0,04191$

» Ces valeurs sont approximatives (*calculées*); la *mesure* en sera faite dès que le temps nous le permettra.

» La capacité du condensateur plan réglable à volonté (14 plaques de verre isolant de $10^{cm} \times 10^{cm}$ à $60^{cm} \times 60^{cm}$) sera également *mesurée*, car le calcul ne saurait en donner une valeur suffisamment approchée.

» Nous avons déjà étudié les éléments suivants : le *cadmium*, le *zinc*, le *plomb*, l'*étain*, le *bismuth*, l'*arsenic*, l'*antimoine*, le *fer*, le *nickel*, le *cobalt*, le *manganèse*, le *chrome*, le *molybdène*, le *thallium*, le *lithium*, le *titane*, l'*argent*, le *cuivre*, le *tellure*, le *platine*, l'*iridium*, le *palladium*, l'*or*, le *carbone*, le *silicium*, l'*osmium*, le *mercure*, etc.

PLOMB (plaque n° 147).

» Temps de pose, 8 minutes pour chaque spectre; surface du condensateur $= 5000^{cm^2}$. Coupure dans le secondaire (à la suite du condensateur) de 2^{mm}. Longueur de l'étincelle $= 2^{mm}$. L'étincelle ordinaire condensée est blanc bleuâtre; avec la moindre self, elle devient violette.

» Dans la région $\lambda = 2700$ à $\lambda = 2000$, le plomb possède beaucoup de raies diffuses et nébuleuses. Nous avons remarqué que les raies diffuses et nébuleuses disparaissent *en général* avec une faible self (²), mais, dans le cas du plomb, cela n'arrive pas pour

---

(¹) Nous avons employé d'autres bobines de self plus petites que la précédente, mais nous n'en donnerons pas les constantes dans la présente Communication, puisqu'elles n'ont pas été utilisées pour les spectres dont l'énumération est comprise dans cette Note.

(²) C'est à cause de cette action assez marquée de la self-induction que nous nous permettrons de conseiller aux spectroscopistes de ne pas employer des hélices de fil (boudins de fil) pour les connexions nécessaires dans le montage des dispositifs électriques, car très souvent les raies les plus fortes et les plus caractéristiques d'un métal disparaissent avec la self. Et il en est de même des spectres des minéraux, comme M. de Gramont l'a constaté dans une de ses dernières Communications à l'Académie.

toutes les raies nébuleuses; il n'y a, en effet, qu'une seule raie nébuleuse et *forte* qui disparaît avec une très faible self-induction ($0^{H},000602$). Les autres raies présentent des caractères assez intéressants (car elles présentent des minima d'intensité pour une self donnée) que nous résumerons comme il suit :

La raie $\lambda = 2663,27$ légèrement nébuleuse, devient nette et fine avec la self sans diminuer beaucoup; présente un minimum pour $L_{10} = 0^{H},02543$.

2650,71 très nébuleuse, diminue assez vite pour disparaître avec $L_8 = 0^{H},01385$ *sans devenir fine.*

2637,5 nébuleuse, disparaît avec *très faible* self ($0^{H},000602$).

2628,3 diminue graduellement et présente un minimum pour $0^{H},02543$.

2614,26 très nébuleuse dans l'étincelle condensée, devient fine dans l'étincelle oscill. et ne disparaît pas avec L_{12}.

2577,35 nébuleuse vers le rouge, diminue graduellement avec selfs croissantes et présente un minimum pour L_{10}.

2568,0 disparaît avec très faible self L_2 ($0^{H},000602$).

2562,27 *très forte et diffuse,* dispar. avec très faible self L_2 ($0^{H},000602$).

2496,0 bande disparaissant avec L_2.

2476,49 diminue graduellement d'intensité et passe par un minimum pour $L_{10} = 0^{H},02543$.

2446,34 }
2443,94 } ce doublet diminue graduellement d'intensité avec les selfs croissantes, mais sans disparaître avec $L_{12} = 0^{H},04191$.

2428,78 diminue très vite d'intensité pour disparaître avec L_4 ($0^{H},00286$).

2411,82 diminue *très vite* d'intensité et avec L_{12} est presque invisible.

2402,06 diminue graduellement avec des selfs croissantes.

2400,0 diminue très vite et disparaît avec L_4 ($0^{H},00286$).

2393,93 diminue beaucoup d'intensité et devient très faible et fine avec la self maxima L_{12} ($0^{H},04191$).

2332,5 diminue très vite et disparaît avec L_4 ($0^{H},00286$).

2247,0 diminue graduellement et disparaît avec L_{10} ($0^{H},02543$).

2237,5 diminue graduellement et disparaît avec L_4 ($0^{H},00286$).

2203 très *diffuse* et assez intense; devient *fine* avec selfs croissantes.

2169 faible; disparaît avec L_4 ($0^{H},00286$) et même avec L_2 ($0^{H},000602$).

» En résumé, avec une étincelle oscillante ($L_{12} = 0^{H},0491$) il ne reste plus, dans la partie extrême ultra-violette du spectre du plomb, que les raies suivantes :

2663,27; 2614,26; 2577,35; 2476,49; { 2446,34 / 2443,94 }; 2402,06; 2393,93 et 2203.

» Toutes ces raies sont très fines et peu intenses.

ZINC.

» Même surface de condensateur que pour le Pb. L'étincelle est assez mauvaise avec la self-induction. Coupure de 2^{mm} dans le secondaire. Les raies caractéristiques $\lambda = 2558$ et $\lambda = 2502$ faiblissent d'une manière continue avec des selfs croissantes et deviennent fines et nettes avec la self maxima $L_{12} = 0^{H},04191$, mais sans dispa-

raître. Les raies 2138 et 2102 sont à peine visibles avec cette dernière self. Quant aux autres raies, elles disparaissent toutes avec $L_{10} = 0^{H},02543$.

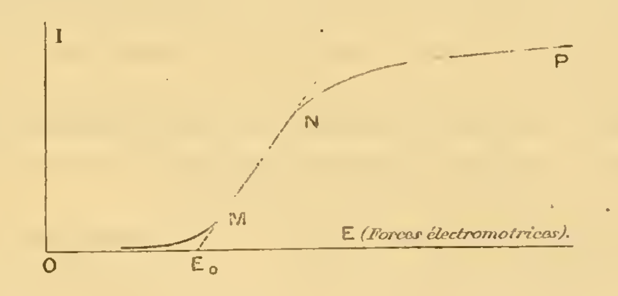
» Avec L_{12} on ne voit donc plus sur la plaque photographique que les raies 2558, 2502, 2138 et 2102; ces deux dernières étant très affaiblies. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la vitesse des ions d'une flamme salée.* Note de M. GEORGES MOREAU, présentée par M. Mascart.

« La conductibilité d'une flamme chargée d'un sel alcalin est, d'après Arrhénius, de nature électrolytique. La méthode suivante permet de séparer chaque ion de la flamme, d'en étudier les propriétés et de déterminer en particulier la *mobilité* K ou vitesse constante dans un champ électrique unité :

» Deux flammes identiques, dont l'une salée par vaporisation d'une solution alcaline de concentration connue, se frôlent à partir de leur demi-hauteur. Parallèlement à leur surface de contact se trouve, dans la flamme pure, le plateau A d'un petit condensateur en platine, dont l'autre B est dans la flamme salée. On les charge à une différence du potentiel croissante, et l'on note au galvanomètre le courant I produit.

» La courbe de conductibilité corrigée de l'eau pure est représentée par la figure ci-dessous :



» C'est la courbe de conductibilité d'un gaz ionisé déplacée parallèlement à OE, d'une longueur OE_0. Son interprétation est aisée dans l'hypothèse d'une mobilité K définie pour chaque ion. Si le plateau A de la flamme pure est chargé positivement, les ions négatifs de la flamme salée sont attirés dans la flamme pure et filtrent à travers elle. Chacun d'eux est animé de la vitesse verticale v des gaz de la flamme et de la vitesse horizontale KX due au champ X du condensateur et, si cette vitesse est assez faible, tous les ions n'atteindront pas A. Un calcul élémentaire donne pour

l'intensité du courant

$$(1) \qquad I = neSK(X - X_0), \qquad \text{avec} \qquad X_0 = \frac{vd}{Kh},$$

où S et h sont les surface et hauteur de A; d sa distance à la surface de contact des flammes; e la charge d'un ion négatif et n un nombre proportionnel à la densité des ions négatifs de la flamme salée.

» L'équation (1) est celle de la droite MN : l'abscisse à l'origine OE_0 donne le potentiel E_0 du champ X_0. On a

$$(2) \qquad \frac{E_0}{L} = \frac{vd}{Kh},$$

L distance des plateaux du condensateur.

» La partie NP de la courbe s'explique, car le courant atteint une valeur maximum si tous les ions négatifs de la flamme salée sont lancés dans la flamme pure; le tronçon OM, à très faibles ordonnées, doit être attribué à la diffusion irrégulière de part et d'autre du champ.

» L'équation (2) fournit K, si l'on connaît v. Je détermine la vitesse v d'entraînement de la flamme par l'observation de la déviation produite par la flamme sur un courant d'air de vitesse connue, lancé horizontalement dans ladite flamme. La formule (2) suppose le champ du condensateur uniforme. A vrai dire, ce n'est pas rigoureux, car, pendant que les ions négatifs filtrent à travers la flamme pure, les ions positifs s'accumulent autour de l'électrode négative : la densité électrique n'est donc pas nulle entre les plateaux. On peut cependant la négliger, ainsi que l'inflexion des lignes de force au voisinage des bords, car, pour des *positions différentes de* A *vis-à-vis de* B, on observe *la même valeur de* K.

» *Résultats relatifs aux ions négatifs.* — Les grandeurs nécessaires au calcul de la formule (2) sont :

$$v = 70\frac{\text{cm}}{\text{sec}}, \qquad h = 1^{\text{cm}},1, \qquad d = 2^{\text{cm}},2, \qquad L = 3^{\text{cm}},2.$$

» Les flammes sont réglées de façon à être identiques, avec même hauteur des cônes bleus. Les plateaux du condensateur sont portés au rouge brillant, 1650° environ. Les concentrations des solutions injectées sont exprimées en molécule M, par litre d'eau. La pression de la trompe est 62^{cm} d'eau.

Sels de potassium (E_0 en volts).

Concentration.	M.	$\frac{M}{4}$.	$\frac{M}{16}$.	$\frac{M}{64}$.	$\frac{M}{256}$.
KCl		0,59	0,445	0,38	0,35
KOH	0,68	0,54	0,445	0,37	
$KAzO^3$		0,56	0,46	0,367	0,33
$\frac{1}{2}(K^2SO^4)$	0,68	0,576	0,45	0,39	0,327
E_0 moyen	0,68	0,57	0,45	0,38	0,34
K moyen	660	785	995	1180	1320

Sels de sodium (E_0).

Concentration.	M.	$\frac{M}{4}$.	$\frac{M}{16}$.
NaCl	0,55	0,42	0,32
NaOH	0,57	0,44	0,38
$NaAzO^3$	0,56	0,43	0,36
$\frac{1}{2}(Na^2SO^4)$	0,55	0,44	0,33
E_0 moyen	0,56	0,43	0,35
K moyen	800	1040	1280

» K est exprimé en centimètres par seconde pour une chute de 1 volt par centimètre.

» Les nombres précédents établissent que la mobilité de l'ion négatif pour une concentration donnée est indépendante du radical anionique qui doit le fournir d'après la théorie ordinaire de l'électrolyse. Pour chaque groupe de sels, elle diminue notablement quand la concentration croît à température constante. Pour les concentrations très faibles, elle tend vers la même valeur limite pour les sels de K et de Na.

» Ces résultats montrent nettement l'existence d'un ion négatif unique pour tous les sels alcalins. Sa mobilité est fonction de sa concentration. Suivant Arrhénius, ce serait l'ion OH, dû à l'hydrolyse des sels vaporisés. Je crois devoir faire des réserves sur cette hypothèse, car elle ne concorde pas avec mes observations sur les ions positifs que j'indiquerai prochainement. »

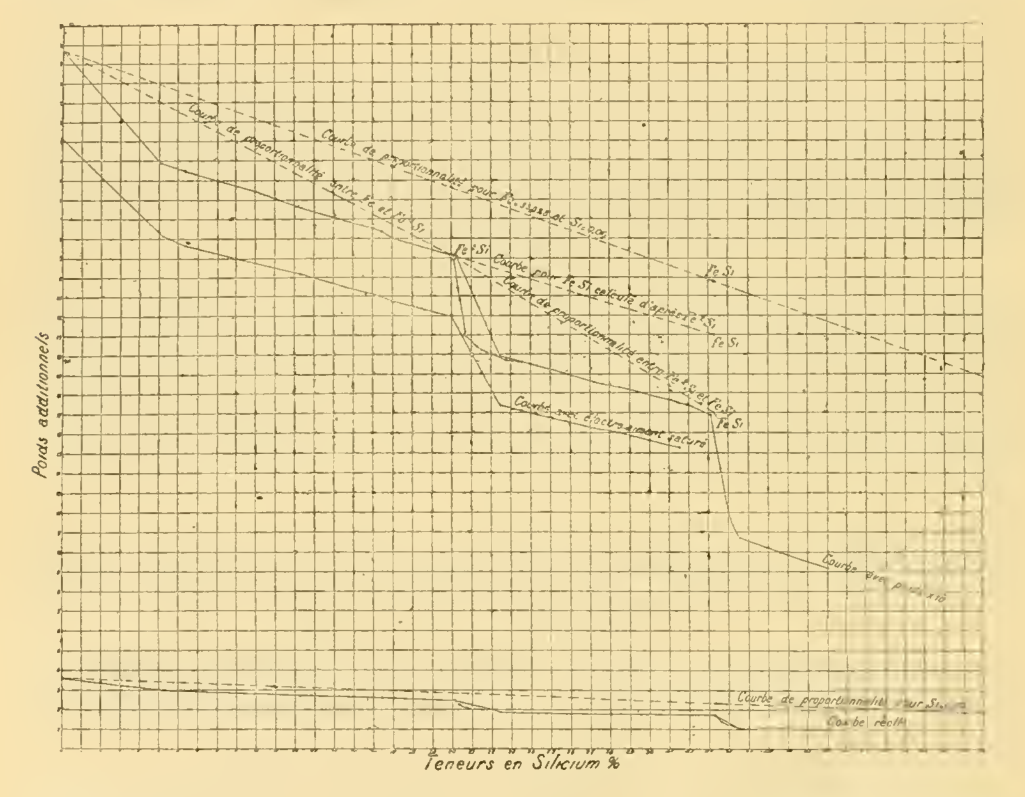
CHIMIE. — *Sur le magnétisme des ferro-siliciums.* Note de M. **Ad. Jouve**, présentée par M. Amagat.

« Comme suite à de nombreuses expériences sur les ferro-siliciums, nous avons été amené à étudier l'électromagnétisme de ces alliages. Les premiers résultats nous paraissent quelque peu intéressants.

» En principe, nous avons ramené à deux pesées la mesure de l'influence attractive d'un électro-aimant parcouru par un courant produisant un magnétisme constant, sur une masse constante (25^g) de ferro-alliage. Ce dernier était finement pulvérisé pour le rendre homogène, et contenu dans une petite boîte permettant d'opérer sur un corps de forme géométrique invariable. L'influence de l'enveloppe était préalablement mesurée, car elle n'était pas nulle.

» Nous avons fait un grand nombre de mesures, dans des conditions variées quant à la valeur du courant; les résultats sont concordants, et, afin de les rendre plus comparables, nous les avons traduits en une courbe. On porte en Ox les richesses en silicium de l'alliage et directement en Oy les poids qu'il est nécessaire d'ajouter pour équilibrer l'influence de l'électro-aimant. Dans un des cas, nous avons multiplié par 10 ces poids, afin de rendre les variations de la courbe plus sensibles.

» Comme on le remarque à première vue, ces courbes présentent deux chutes brusques dans leur continuité, aux environs de 20 pour 100 de silicium, ainsi que de 33 pour 100. Entre ces deux points, c'est-à-dire



entre 5 et 20 pour 100 et entre 20 et 36 pour 100, la courbe est sensiblement une droite, c'est-à-dire que, en dehors de ces deux points 20 et 33, l'influence d'un électro-aimant sur ces alliages est proportionnelle à leur richesse en silicium.

» Or ces deux points d'inflexion correspondent aux deux composés définis du silicium avec le fer, Fe^2Si et Fe Si. Donc, pour ces alliages, l'exis-

tence d'un composé défini se traduit sur la courbe représentative par une brusque diminution de la valeur de cette courbe; on est donc en droit de conclure à la non-existence, entre 5 et 36,6 pour 100 de silicium, d'autres composés que Fe^2Si et $FeSi$.

» En dehors de ces résultats, nous avons pu déduire de nos expériences un mode rapide de dosage du silicium : on pèse 25^g d'alliage et l'on équilibre sous un flux magnétique; on obtient un poids p. D'autre part, on prend le même poids d'alliage à teneur connue R et on l'équilibre dans les mêmes conditions; on a un poids p'. On cherche sur la courbe ci-dessus le poids P indiqué pour la teneur R. On fait le rapport $\frac{P'}{p'}$ et, si l'on appelle p'' la valeur attractive de l'alliage inconnu pour la courbe ci-dessus, on a

$$\frac{P}{p'} = \frac{p''}{p};$$

on déduit de là p''. On cherche sur la courbe la richesse en silicium correspondant à cette valeur p'' et qui est celle de l'alliage à teneur inconnue.

» Nous nous proposons de poursuivre ces études au delà de 36 pour 100, ainsi qu'au point de vue du carbone. »

ACOUSTIQUE. — *Centre de gravité des accords binaires.* Note de M. A. GUILLEMIN, présentée par M. J. Violle.

« Malgré le nombre énorme de travaux qui ont été publiés sur les accords binaires, sur les intervalles consonants représentés un peu arbitrairement par la fraction $\frac{m}{n}$ (m et n étant des nombres simples), sur les *battements* ou *coups* qu'ils produisent, sur les *sons résultants* qu'ils engendrent, sur leur *consonance* ou *dissonance* comparative, les résultats obtenus restent épars.

» La dissonance, caractérisée par le nombre des battements [1], dépend, en effet, de plusieurs variables indépendantes qui sont :

» 1° Les petits nombres entiers m et n $\left(\text{ou leur rapport } \frac{m}{n}\right)$;

» 2° La hauteur H de l'accord $\frac{P}{Q} \gtrless \frac{m}{n}$;

---

(1) HELMHOLTZ, *Théorie physiologique de la Musique*, p. 232.

» 3° Le degré de fausseté a (en millisavarts) de cet accord.

» Or, toutes nos connaissances actuelles sont résumées dans la formule

$$(\alpha) \qquad B = \pm (nP - mQ)$$

qui donne le nombre de battements B produits par l'accord $\frac{m}{n}$ quand les nombres de vibrations des deux notes constituant l'accord altéré sont P et Q; et l'on voit que les quantités H, a et $f(m, n)$ ne sont pas explicitement représentées par la formule (α).

» Néanmoins, on peut énoncer deux lois :

» I. *Loi des hauteurs.* — Les quantités a, m et n restant constantes, le nombre des battements varie proportionnellement à la *hauteur de l'accord.*

» II. *Loi des écarts.* — Les quantités H, m et n restant constantes, B varie proportionnellement à a. Cette loi peut être établie grâce à une propriété précédemment démontrée de notre millisavart (¹) et se traduisant par la formule

$$(\beta) \qquad a^{\sigma} = 1000 \log \frac{\Delta + \frac{a}{2}}{\Delta - \frac{a}{2}}.$$

On aura la valeur en σ d'une fraction numérique $\frac{x}{y}$ en posant l'identité

$$\frac{x}{y} = \frac{\Delta + \frac{x-y}{x+y}\Delta}{\Delta - \frac{x-y}{x+y}\Delta}$$

et remarquant que, en vertu de (β), la seconde fraction vaut un nombre de σ égal à $2\Delta\frac{x-y}{x+y}$.

» Ainsi, la fraction qui représente le degré de fausseté de l'accord $\frac{P}{Q} > \frac{m}{n}$, et qui est $\frac{P}{Q}\frac{m}{n} = \frac{nP}{mQ}$, vaut en millisavarts

$$(\gamma) \qquad a = 2\Delta\frac{nP - mQ}{nP + mQ} = 2\Delta\frac{B}{nP + mQ},$$

ce qui démontre que B varie proportionnellement à a, et proportionnellement aussi à la *somme* $nP + mQ$, comme la formule (α) le fait égal à la différence $nP - mQ$.

(¹) Voir les *Comptes rendus* du 28 avril 1902.

» Cette loi des écarts (qui est vraie dans la limite indiquée $a < 100$), nous pouvons bien l'énoncer, mais non la vérifier, attendu que nous ne savons pas maintenir constante la valeur de H, qui est contenue *implicitement* dans le facteur $\frac{2\Delta}{nP + mQ}$, comme elle l'était déjà implicitement dans la différence $nP - mQ$ de la formule (α).

» III. Il y aurait une troisième loi à énoncer : *Lorsque* H *et* a *sont constants, et que* m *et* n *seuls varient, comment varie le nombre des battements?* Ici tout énoncé est impossible.

» Cela tient à ce que la hauteur H n'est pas définie, à ce que le *centre de gravité* de l'accord $\frac{M}{N}$ est inconnu. Nul ne peut dire, en effet, lequel est le plus élevé des unissons altérés $\frac{100 + k\varepsilon}{100 - k\varepsilon}$ ou $\frac{100(1+f)}{\frac{100}{1+f}}$, ni même des accords justes que voici :

$$\text{unisson, } \frac{100}{100}; \quad \text{octave, } \frac{140}{70}; \quad \text{quinte, } \frac{126}{84}, \quad \text{etc., etc.}$$

» Nous avons pu résoudre cette question en déterminant le *centre de gravité* ou son H d'un accord $\frac{M}{N}$.

» Si a, m et n sont constants, B varie proportionnellement à H. Nous en concluons que si, a, m et n étant constants, B reste lui-même constant, c'est que H n'a pas varié.

» Considérons maintenant l'accord juste $\frac{M}{N} = \frac{mF}{nF} = \frac{m}{n}$ et les deux accords altérés

$$\frac{M + cm}{N - cn} = \frac{m(F + c)}{n(F - c)} \quad \text{et} \quad \frac{M - cm}{N + cn} = \frac{m(F - c)}{n(F + c)}.$$

» Nous devons dire que ces deux derniers ont *la même hauteur* H, puisque :

» 1° Ils donnent le même nombre de battements $B = 2cmn$;

» 2° Ils sont faussés de la même quantité $\frac{F + c}{F - c}$.

» En langage ordinaire, cela signifie que deux accords $\frac{M}{N}$, altérés l'un par excès, l'autre par défaut, gardent la même hauteur H, pourvu que le son aigu varie de $\pm\, cm$ et que, en même temps, le son grave varie de $\pm\, cn$.

On trouvera donc le centre de gravité en partageant l'intervalle M — N en deux segments proportionnels à m et n. Ces deux segments sont

$$m_1 = (M - N)\frac{m}{m+n} \qquad \text{et} \qquad n_1 = (M - N)\frac{n}{m+n},$$

et la position du centre de gravité est

$$H = M - m_1 = N + n_1$$

ou bien

$$(\delta) \qquad H(m+n) = 2Mn = 2Nm = 2Fmn.$$

» Cette formule (δ), étant indépendante de c, donne le centre de gravité de l'accord juste $\frac{M}{N}$, aussi bien que celui des accords altérés sur lesquels nous avons raisonné; et le calcul de H est tout à fait simple. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les azotites doubles de l'iridium.* Note de M. E. **Leidié**, présentée par M. Troost.

« Dans la méthode générale que j'ai donnée pour la séparation des métaux du platine, j'ai utilisé les propriétés des azotites doubles de l'iridium (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 888; *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, p. 9 et 840). J'ai, par suite, été amené à reprendre les travaux que Gibbs et Lang nous ont laissés sur ce sujet.

» 1. *Azotite d'iridium et de potassium* : $Ir^2K^6(AzO^2)^{12}$. — Lorsqu'on fait réagir un léger excès d'azotite de potassium sur des solutions moyennement concentrées de chloroiridite ou de chloroiridate de potassium chauffées vers 80°, on obtient un précipité plus ou moins teinté en jaune ou en rose, suivant que l'on a employé le chloroiridite ou le chloroiridate, et la liqueur conserve de l'iridium en dissolution. Gibbs a retiré de cette liqueur un sel jaune verdâtre, soluble dans l'eau, et qu'il considérait comme l'azotite double hydraté. Lang a considéré la poudre colorée qui se précipitait comme une combinaison de l'azotite double avec le chloroiridite de potassium.

» Ces précipités colorés, d'une part ne renferment que des traces de chlore volatilisable sous forme de HCl quand on les chauffe dans l'hydrogène, ce qui rend inadmissible la formule que Lang leur a donnée; d'autre part ils se décomposent sous l'influence de l'eau bouillante : de l'iridium passe en dissolution, et il se dépose une poudre blanche qui est formée par la combinaison de l'azotite double avec du chlorure de potassium. C'est une sorte de laque, car, si on la reprend plusieurs fois de suite par l'eau bouillante, à chaque fois la proportion de chlorure de potassium qu'elle ren-

ferme s'abaisse. Je n'ai jamais pu obtenir de produit renfermant moins de 5 pour 100 de chlorure de potassium; la purification complète est impossible.

» D'un autre côté, si l'on réunit les eaux mères de la préparation et les premières eaux de lavage du précipité à l'eau bouillante, si l'on en précipite tout l'azotite double en les saturant par le chlorure de potassium, et si on les évapore à basse température, on obtient un résidu, lequel, repris par une solution de chlorure de potassium à 20 pour 100 bouillante, abandonne des cristaux colorés en jaune. Ces cristaux sont des *chloroazotites*. J'ai eu l'occasion d'en recueillir un parfaitement défini, sous forme de cristaux jaune-citron, répondant à la formule $Ir^2Cl^2(AzO^2)^4 6KCl$. Ces chloroazotites sont solubles dans l'eau froide et décomposables par l'eau bouillante.

» Pour obtenir l'azotite $Ir^2K^6(AzO^2)^{12}$ *pur*, il faut partir du sulfate de sesquioxyde d'iridium. On dissout du sesquioxyde d'iridium hydraté dans l'acide sulfurique étendu, de façon que la dissolution renferme de 5 à 10 pour 100 d'iridium. On la chauffe vers 70°-80°, on y verse peu à peu de l'azotite de potassium jusqu'à ce qu'elle en renferme un léger excès, on fait bouillir quelques instants et on laisse refroidir. Il se dépose par refroidissement un précipité blanc; on l'épuise à l'eau bouillante en filtrant la solution bouillante; on abandonne la liqueur; lorsqu'elle est complètement refroidie et éclaircie par le repos, on recueille le précipité blanc et on le sèche à 100°.

» L'azotite ainsi obtenu répond à la formule $Ir^2K^6(AzO^2)^{12}$, qui en fait l'analogue des sels de rhodium et de cobalt correspondants. C'est une poudre blanche, un peu soluble dans l'eau bouillante, presque insoluble dans l'eau froide, complètement insoluble dans les dissolutions concentrées de chlorure de potassium. Les acides chlorhydrique et sulfurique concentrés et chauds le transforment respectivement en chloroiridate et sulfate de sesquioxyde.

» Il est donc certain que l'azotite de Gibbs était un *chloroazotite*, et que le composé de Lang était une sorte de *laque* de composition variable, combinaison d'azotite double avec le chlorure de potassium, teintée par un chloroazotite.

» II. *Azotite d'iridium et de sodium :* $Ir^2Na^6(AzO^2)^{12}, 2H^2O$. — Ce sel se forme comme Gibbs l'a annoncé, et possède les propriétés qu'il lui a données. On peut aussi le préparer en faisant réagir l'azotite de sodium sur le sulfate de sesquioxyde d'iridium. Toutefois, je n'ai jamais pu obtenir les combinaisons insolubles que Gibbs et Lang ont dit avoir obtenues dans cette préparation; il est probable que leurs sels de sodium n'étaient pas complètement exempts de sels de potassium.

» Les acides chlorhydrique et sulfurique concentrés et chauds le décomposent en donnant respectivement un chloroiridate et un sulfate de sesquioxyde. Par double décomposition avec un sel de potassium, il donne l'azotite d'iridiium et de potassium insoluble.

» III. *Azotite d'iridium et d'ammonium :* $Ir^2(AzH^4)^6(AzO^2)^{12}$. — Ce sel n'a pas encore été obtenu. On le prépare par double décomposition.

» On prend une dissolution de sulfate de sesquioxyde d'iridium renfermant de 5 à 10 pour 100 d'iridium; on la transforme en azotite double de sodium, comme on l'a vu plus haut, en la chauffant à 70°-80° avec un léger excès d'azotite de sodium. Puis, quand la solution est complètement refroidie, on la sature de sulfate d'ammonium. Le précipité blanc qui se forme est lavé à l'eau froide, recueilli et séché à 100°.

Il répond à la composition $Ir^2(AzH^4)^6(AzO^2)^{12}$, qui en fait l'analogue du sel de rhodium correspondant.

» C'est une poudre blanche, un peu soluble dans l'eau froide, complètement insoluble dans les solutions saturées de chlorure d'ammonium [il forme avec ce sel une laque, comme KCl avec $Ir^2K^6(AzO^2)^{12}$, complètement insoluble dans l'eau]. Une ébullition prolongée avec une grande quantité d'eau le décompose avec dégagement d'azote. Les acides chlorhydrique et sulfurique concentrés et chauds le décomposent en donnant respectivement un chloroiridate et un sulfate de sesquioxyde.

» Je n'ai pu arriver, au moyen des chlorures d'iridium et des azotites de baryum, de mercure, d'argent, à reproduire exactement les composés décrits par Lang, ni ceux décrits par Gibbs. Le sulfate d'iridium ne se prêtant pas à des réactions simples avec les azotites de ces métaux, je n'ai pas, jusqu'à présent, poussé plus loin mes recherches sur cette partie spéciale du sujet. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des aloïnes; comparaison avec celle des glucosides.* Note de M. E. **Léger**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note récente [1], j'ai montré que la barbaloïne et l'isobarbaloïne, soumises à l'action de Na^2O^2, donnent le même produit d'oxydation, la méthylisoxychrysasine, et que les dérivés chlorés de ces mêmes aloïnes ne donnent qu'une seule méthylisoxychrysasine tétrachlorée. Ceci montre que les deux aloïnes isomères renferment un noyau commun. Leurs propriétés sont aussi très voisines. Toutes deux donnent de l'acide chrysammique quand on les traite par AzO^3H. Chauffées à sec dans un tube, elles donnent des vapeurs qui rougissent le papier à l'acétate d'aniline.

» La méthylisoxychrysasine n'est d'ailleurs pas le seul produit de l'action de Na^2O^2 sur la barbaloïne ou sur son isomère. Si l'on distille le liquide acide d'où ce corps a été précipité, il passe à la distillation de l'acide formique. Du résidu de cette distillation, j'ai pu extraire un sirop incolore, lévogyre, donnant toutes les réactions des aldopentoses. Vu la faiblesse des rendements, je n'ai pu encore isoler ce sucre à l'état de pureté. Je crois cependant que l'on peut considérer dès maintenant la barbaloïne comme un produit de condensation, avec perte de H^2O, de la méthylisoxychrysasine avec un aldopentose.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1111.

» L'analyse de la barbaloïne montre que ce dernier est un méthylaldopentose. On pourra donc représenter la barbaloïne par la formule

```
                                      OH
                                      |
          CH       CO                 C
        //8 \    /    \          /1 \\
   HC 7      C          C              2 CH
      |      ||         ||               |
OH — C 6     C          C              3 C — CH3
        \\5 /    \    /          \4 //
          CH       CO                 C      CH3
                                      |      |
                                      O  —  CH — CHOH — CHOH — CHOH — COH
```

correspondant à $C^{21}H^{20}O^{9}$, formule destinée à remplacer l'ancienne expression $C^{16}H^{16}O^{7}$. Ce changement nécessite la revision de toutes les formules adoptées jusqu'ici pour la barbaloïne et pour ses dérivés : c'est ainsi que $C^{16}H^{13}Cl^{3}O^{7}$ deviendra $C^{21}H^{16}Cl^{4}O^{9}$ (barbaloïne chlorée) et $C^{16}H^{10}(C^{2}H^{3}O)^{3}Cl^{3}O^{7}$ deviendra $C^{21}H^{11}(C^{2}H^{3}O)^{5}Cl^{4}O^{9}$ (pentacétylbarbaloïne tétrachlorée). Ce dernier corps, bien cristallisé, ne contenant pas de OH, est particulièrement intéressant à cause de sa solubilité dans le benzène, ce qui m'a permis d'en prendre le poids moléculaire par la cryoscopie. Trouvé, $M = 792$ et 801; calculé, 764. Les cinq acétyles qu'il renferme correspondent aux cinq OH contenus dans la formule précédente. Quant à la chlorobarbaloïne, ses quatre Cl ne peuvent être qu'en 2, 5, 7, 8.

» Jusqu'ici, on considérait les aloïnes comme des dérivés immédiats de l'anthraquinone. La production, aux dépens de ces aloïnes, de composés doués du pouvoir rotatoire ne permet plus ce rattachement étroit. Du reste, les aloïnes elles-mêmes sont actives sur la lumière polarisée. La barbaloïne en solution dans l'éther acétique a donné $\alpha_D = -10°,4$ (moy. de 5 déterm.), p variant de 0,9416 à 0,9746 et t de 18° à 20°. Dans l'eau ($p = 1,016$; $t = 18°$), la déviation passe à droite $\alpha_D = +21°,4$. L'isobarbaloïne a donné dans l'éther acétique ($p = 0,9073$; $t = 19°$) $\alpha_D = -19°,4$; dans l'eau, ce pouvoir rotatoire est annulé; il passe même très légèrement à droite d'une quantité non mesurable. Dans la barbaloïne, composé plus stable que son isomère, la chaîne sucrée se fixe sur l'un des deux C, 1 ou 4; quant à l'isobarbaloïne, pour laquelle on peut *a priori* admettre le même poids moléculaire, cette fixation se ferait en 6, laissant libres les deux OH placés en 1-4. Ceci expliquerait la grande oxydabilité de l'isobarbaloïne et les colorations rouges obtenues par M. G. Bertrand (¹) sous l'action de la laccase. Selon cet auteur, seuls les phénols renfermant deux OH en ortho ou en para sont influencés par ce ferment; or, la position de l'OH placé en 1 ne pouvant être douteuse, puisqu'il se retrouve dans la chrysasine, un autre OH ne peut se trouver en 2 (position alizarique de Liebermann); car, dans ce cas la méthylisoxychrysasine se fixerait sur le coton mordancé en alumine, ce qui n'a pas lieu.

» La barbaloïne et l'isobarbaloïne apparaissent donc comme des iso-

(¹) Communication particulière.

mères de la franguline; mais, tandis que cette dernière, véritable glucoside, est dédoublable par les acides dilués, les aloïnes ne le sont pas. Pour la formation de la franguline, on peut admettre que la molécule sucrée réagira par son côté aldéhyde. Il y aura départ de 1^{mol} d'eau pour la formation de laquelle l'oxygène aldéhydique sera éliminé avec un H emprunté à un OH de l'émodine, le deuxième H étant fourni par un des groupes alcool secondaire, ce qui donne

$$C^{15}H^{7}O^{2}(OH)^{2}O - \underset{\diagdown}{CH} - \underset{\diagup}{CH} - CHOH - CHOH - CHOH - CH^{3}.$$
$$O$$

» Cette formation rappelle celle des acétals; corps qui, comme les glucosides, sont facilement dédoublables. On remarquera que cette interprétation, un peu différente de celle que l'on admet, conduit cependant à la même manière de formuler.

» La nataloïne et l'homonataloïne, chauffées avec $SO^{4}H^{2}$ dilué, donnent des vapeurs qui rougissent le papier à l'acétate d'aniline. Ce sont aussi des corps actifs. Dans l'éther acétique, la nataloïne donne $\alpha_{D} = -107°,7$, $p = 0,5580$, $t = 20°$ et l'homonataloïne $\alpha_{D} = -112°,6$, $p = 0,5053$, $t = 21°$. Les formules les plus simples qui permettent de tenir compte des faits connus sont $C^{23}H^{26}O^{10}$ pour la nataloïne et $C^{22}H^{24}O^{10}$ pour l'homonataloïne.

» En résumé, les aloïnes semblent appartenir à une nouvelle classe de corps : *les glucosides non dédoublables par les acides dilués.* »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur deux sucres nouveaux retirés de la manne, le mannéotétrose et le manninotriose.* Note de M. C. TANRET.

« La manne des pharmacies est une exsudation sucrée qui, dans la saison chaude, se produit sur le frêne, *fraxinus ornus*, cultivé dans l'Europe méridionale. La mannite en constitue la partie principale. Selon l'époque à laquelle elle a été récoltée, la manne en contient de 40 à 60 pour 100; le reste de sa composition est mal connu.

» En reprenant l'étude de la manne, je viens d'y découvrir deux sucres nouveaux, assez abondants pour former le sixième environ de la manne en larmes et jusqu'au tiers de la manne en sortes. Je les appellerai *mannéotétrose* et *manninotriose*.

» MANNÉOTÉTROSE. — *Préparation.* — On commence par débarrasser la manne de la plus grande partie de sa mannite. A cet effet, on la dissout dans moitié de son poids d'eau bouillante, puis à la solution on ajoute assez d'alcool fort pour avoir de l'alcool à 70° dans lequel la mannite est peu soluble à froid. Par refroidissement elle cristallise. Le lendemain on passe à la trompe, on distille la liqueur alcoolique et l'on épuise le résidu d'abord par de l'alcool à 95°, puis par de l'alcool à 85°, l'un et l'autre bouillants, jusqu'à ce que la partie non dissoute soit amenée à avoir un pouvoir rotatoire voisin de $\alpha_D + 140°$. Elle contient les sucres cherchés, mais encore impurs; elle est très colorée, réduit la liqueur de Fehling comme 0,11 à 0,20 de son poids de glucose et laisse à la calcination environ 3 pour 100 de cendres ([1]). Pour purifier ce produit, on le défèque au sous-acétate de plomb, puis, après élimination de l'excès de Pb par SO^4H^2, on dissout dans la liqueur un poids de baryte cristallisée égal aux deux tiers de celui de la matière sèche, et l'on précipite par l'alcool à 80°. Les sels restent dans l'eau mère. Après décomposition du précipité par CO^2, on a un mélange pur des deux sucres dont il reste à faire la séparation. Or celle-ci repose sur ce fait que, si l'on fractionne par l'alcool, la précipitation de leur solution additionnée de baryte, le manninotriose, qui est réducteur, s'accumule dans les premières portions, et le mannéotétrose, qui ne l'est pas, dans les dernières. Après un grand nombre de fractionnements suivis de traitements par CO^2, on arrive à obtenir des produits qui réduisent les uns comme 0,25 de glucose, les autres comme 0,01. Les premiers sont des mélanges de 0,75 de mannéotétrose et de 0,25 de manninotriose; les seconds, de 0,97 de mannéotétrose et de 0,03 de manninotriose. Il n'est guère possible d'aller au delà ou en deçà.

» La solution riche en mannéotétrose se dessèche à l'air comme de la gomme; concentrée en sirop épais et renfermée dans un flacon bouché, je l'ai vue pendant des mois refuser de cristalliser. Mais, dès qu'elle est ensemencée avec une trace de sucre cristallisé, la cristallisation commence. Quand celle-ci ne paraît plus augmenter, on délaye la masse pâteuse avec de l'alcool à 70°, on passe à la trompe, on lave les cristaux à l'alcool neuf, puis on les sèche à l'air. Il suffit, pour obtenir les premiers cristaux, d'évaporer un peu de la solution au bain-marie en agitant sans cesse jusqu'à ce que le résidu durcisse en se refroidissant. Dans ces conditions le sucre cristallise confusément, comme je l'ai déjà signalé pour le glucose (*Comptes rendus*, mai 1895).

» *Composition et constitution.* — La composition du mannéotétrose anhydre correspond à la formule $C^{24}H^{42}O^{21}$ et celle du sucre cristallisé dans l'eau à

$$C^{24}H^{42}O^{21}.4,5\,H^2O.$$

» Son hydrolyse par les acides minéraux étendus conduit à la faire considérer comme un tétrose: 1^{mol} de sucre se transformant par fixation d'eau en 4^{mol} de monoses, savoir: 2^{mol} de galactose, 1^{mol} de glucose et 1^{mol} de lévulose, selon l'équation

(I) $$C^{24}H^{42}O^{21} + 3H^2O = 4(C^6H^{12}O^6).$$

([1]) C'est à peu près le produit que Buignet avait pris pour de la dextrine; il lui avait trouvé $\alpha_j + 132°,45$ (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIV, p. 279).

» *Propriétés physiques.* — Les cristaux de mannéotétrose formés dans l'eau sont microscopiques. L'alcool à 90° qu'on en a saturé bouillant laisse déposer le sucre sous forme d'un sirop qui se transforme en quelques jours en cristaux brillants. M. Wyrouboff [1], qui a bien voulu en faire l'examen, les a trouvés clinorhombiques.

» Le mannéotétrose se dissout à 13° dans 0,75 partie d'eau; il est soluble à 15° dans 14 parties d'alcool à 60°, 55 parties d'alcool à 70° et 300 parties d'alcool à 80°. Il se ramollit vers 150° et fond immédiatement à 167°. Le mannéotétrose est dextrogyre : $\alpha_D = +133°,85$ pour le sucre à $4,5 H^2O$, soit à $\alpha_D = +150°$ pour le sucre anhydre.

» *Propriétés chimiques.* — Le mannéotétrose qui n'a pas été chauffé ne réduit pas la liqueur de Fehling; mais sous les moindres influences il fixe de l'eau et devient réducteur; son hydrolyse par les acides minéraux s'effectue en deux phases : dans la première, il y a fixation de 1^{mol} d'eau et formation de lévulose et d'un sucre nouveau, le manninotriose $C^{18}H^{32}O^{16}$; dans la seconde, le manninotriose fixe à son tour 2^{mol} d'eau et se dédouble en 2^{mol} de galactose et 1^{mol} de glucose.

(II) $$C^{24}H^{42}O^{21} + H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^{18}H^{32}O^{16},$$

(III) $$C^{18}H^{32}O^{16} + 2H^2O = C^6H^{12}O^6 + 2(C^6H^{12}O^6).$$

» Avec l'acide acétique, l'hydrolyse ne dépasse pas la première phase. Il en est de même avec l'émulsine, l'invertine, la diastase et les ferments de l'*Aspergillus*. L'eau seule, quoique plus lentement, hydrolyse aussi le mannéotétrose, de sorte que ce sucre ne peut guère être complètement déshydraté à chaud; il fixe quelques millièmes de son eau de cristallisation et s'hydrolyse partiellement.

» Le mannéotétrose ne précipite ni par l'acétate neutre, ni par le sous-acétate de plomb, mais seulement par l'acétate ammoniacal en donnant le composé

$$C^{24}H^{34}Pb^4O^{21}.$$

Il ne précipite par la baryte qu'en présence de l'alcool pour donner

$$(C^{24}H^{42}O^{21})^2(BaO)^3.$$

» Le mannéotétrose fermente partiellement par la levure.

» Manninotriose. — Le manninotriose est le sucre qui accompagne le mannéotétrose dans la manne; il provient vraisemblablement de son hydrolyse spontanée par l'eau ou quelque ferment. Pour l'obtenir on part, soit du mannéotétrose pur, soit du mélange naturel des deux sucres purifié par son passage à la baryte. Dans les deux cas le traitement et le résultat sont identiques. On chauffe le sucre à hydrolyser pendant 4 heures à 100° en matras scellé avec de l'acide acétique à 20 pour 100. La réaction achevée, on débarrasse la liqueur de l'acide en l'agitant à diverses reprises avec une grande quantité d'éther; on distille ensuite sous pression réduite et, après avoir amené le résidu en consistance d'extrait, on l'épuise par l'alcool à 90° bouillant, puis on le dissout dans juste assez d'alcool à 80° bouillant. Le dépôt qui se forme par refroidissement est de nouveau soumis deux ou trois fois au même traitement par l'alcool à 80°

---

[1] La Note de M. Wyrouboff sera publiée avec mon Mémoire détaillé dans le *Bulletin de la Société chimique*.

jusqu'à ce que, par l'élimination du lévulose resté dans l'alcool, il ne donne plus sensiblement la réaction de Séliwanoff (ClH et résorcine). On passe au charbon et l'on évapore à siccité. On purifie encore le sucre en le dissolvant, après l'avoir bien déshydraté, dans l'alcool éthylique ou l'alcool méthylique absolus et bouillants.

» *Composition.* — Le manninotriose a pour composition $C^{18}H^{32}O^{16}$. Son dédoublement par les acides minéraux en 2 molécules de galactose et 1 molécule de glucose l'établit comme triose.

» *Propriétés.* — Le manninotriose se dépose de l'alcool absolu bouillant sous forme de globules légèrement biréfringents ; il n'a pu être obtenu nettement cristallisé. Il est dextrogyre : $\alpha_D = +167°$. Il est soluble dans l'eau froide en toutes proportions et se ramollit vers 150° ; il réduit la liqueur de Fehling comme 0,33 de glucose.

» Oxydé par le brome, le manninotriose donne de l'acide manninotrionique

$$C^{18}H^{32}O^{17}.$$

Cet acide chauffé avec les acides étendus fixe de l'eau et se dédouble en 2^{mol} de galactose et 1^{mol} d'acide gluconique

$$C^{18}H^{32}O^{17} + 2H^2O = 2C^6H^{12}O^6 + C^6H^{12}O^7.$$

» Cette réaction caractéristique montre que la fonction aldéhydique du manninotriose appartient à son reste de glucose. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du sulfure de carbone sur les aminoalcools polyvalents.* Note de MM. L. MAQUENNE et E. ROUX, présentée par M. A. Haller.

« Lorsqu'on fait réagir le sulfure de carbone, en présence de potasse sur une amine β ou γ halogénée, c'est-à-dire sur un aminoalcool à l'état naissant, on obtient d'ordinaire une mercaptothiazoline, à noyau pentagonal ou hexagonal, suivant que l'on est parti d'un dérivé β ou γ ([1]).

» L'oxyéthylamine $AzH^2 - CH^2 - CH^2OH$ se comporte d'ailleurs, ainsi que nous l'avons expressément vérifié, de la même manière, et fournit comme produit principal le mercaptodihydrothiazol $C^3H^5AzS^2$ de Gabriel, fusible à 106°.

» Avec les aminopolyols, à 100°, la réaction est un peu différente : il se dégage de l'acide sulfhydrique en abondance et il se forme surtout une mercapto-oxazoline, isomère du sénévol correspondant.

» Les corps que l'on obtient ainsi sont liquides ou cristallisés, inodores,

---

([1]) GABRIEL, *Berichte*, t. XXII, p. 1152 et t. XXIII, p. 92 ; HIRSCH, *Id.*, t. XXIII, p. 967.

sensiblement sans saveur, solubles dans l'eau ou l'alcool et remarquablement stables vis-à-vis des bases alcalines ou des acides forts; on les reconnaît facilement à ce qu'ils donnent avec le nitrate d'argent des combinaisons mono- ou bimétalliques cristallisées, en général très peu solubles dans l'eau.

» L'existence de ces derniers composés, qui ne peuvent répondre qu'aux formules

$$\begin{matrix} AzO^3 \\ Ag \end{matrix} \Big\rangle Az \Big\langle \begin{matrix} CH^2 — CH — R \\ C(SAg)O \end{matrix} \quad \text{ou} \quad \begin{matrix} AzO^3 \\ Ag \end{matrix} \Big\rangle Az \Big\langle \begin{matrix} CH^2 — CH^2 \\ C(SAg) — O \end{matrix} \Big\rangle CH — R,$$

suffit à démontrer dans la molécule du produit initial la présence d'un reste de mercaptan C(SH), ce qui n'exclut aucunement la possibilité d'une forme tautomère à fonction thiocétonique, ne renfermant plus que des liaisons simples.

» *Mercapto-méthylol-oxazoline* $Az \Big\langle \begin{matrix} CH^2 — CH — CH^2OH \\ C(SH) — O \end{matrix}$. — Ce corps résulte de l'action du sulfure de carbone, à 100°, sur une solution aqueuse d'aminopropanediol $AzH^2 — CH^2 — CHOH — CH^2OH$ à 20 pour 100. Pour l'isoler on ajoute au contenu des tubes un peu d'acide chlorhydrique, on évapore jusqu'à consistance sirupeuse, puis on reprend par l'eau et l'on précipite par l'azotate d'argent, en présence d'un léger excès d'acide azotique. On obtient ainsi le nitrate monoargentique

$$C^4H^6AzO^2SAg(AzO^3H),$$

sous la forme de petites paillettes brillantes, incolores ou légèrement grisâtres, très peu solubles dans l'eau pure et tout à fait insolubles dans l'acide azotique étendu, à froid.

» La solution aqueuse de ce sel, additionnée d'un excès d'azotate d'argent, donne le dérivé dimétallique $C^4H^6AzO^2SAg(AzO^3Ag)$, cristallisé en très fines aiguilles insolubles, que l'acide azotique faible ramène à l'état de nitrate monoargentique [1].

» L'ammoniaque en sépare la base $C^4H^6AzO^2SAg$, sous forme d'un précipité gélatineux, que l'hydrogène sulfuré convertit enfin en mercapto-méthylol-oxazoline pure; celle-ci reste comme résidu de l'évaporation des liqueurs, à l'état d'un sirop incolore, très soluble et incristallisable.

---

[1] Ce composé n'a pu être obtenu à l'état de pureté complète; il retient toujours, par suite d'un commencement de dissociation, une certaine quantité de base monoargentique libre, ce qui abaisse sa teneur en métal et augmente au contraire sa richesse en carbone (Ag trouvé 50,5, calculé 52,7 pour 100; Az trouvé 6,3, calculé 6,8 pour 100; C trouvé 13,8, calculé 11,7 pour 100).

» *Mercapto-butyltétrol-oxazoline* $Az\left\langle\begin{matrix} CH^2 - CH - (CHOH)^3 - CH^2OH \\ \qquad\qquad | \\ C(SH) - O \end{matrix}\right.$. — Ce corps, déjà signalé par l'un de nous ([1]), prend naissance lorsqu'on attaque la *glucamine* ou *amino-hexane-pentol* $AzH^2 - CH^2 - (CHOH)^4 - CH^2OH$ par le sulfure de carbone ou le thiocarbanile, à 100°. Dans ce dernier cas, tout le phényle se sépare à l'état de diphénylthio-urée.

» La mercapto-oxazoline cristallise d'elle-même par évaporation du produit brut, sous forme de petites aiguilles fusibles à 156°, solubles à la fois dans l'eau et l'alcool. On l'obtient ainsi immédiatement pure et avec un rendement des plus avantageux.

» Sous l'action du nitrate d'argent en excès, elle donne un précipité cristallin blanc, à peu près insoluble dans l'eau, qui se prend en gelée transparente par la chaleur et recristallise peu à peu par refroidissement, surtout si l'on ajoute une trace d'acide azotique.

» Ce corps répond exactement à la formule d'un nitrate diargentique

$$C^7H^{12}AzO^5SAg(AzO^3Ag);$$

l'acide azotique étendu le dissout, sans fournir de sel monométallique peu soluble; l'ammoniaque en sépare la base à l'état gélatineux.

» En résumé, le sulfure de carbone attaque les polyoxyamines, à chaud, en donnant des combinaisons cycliques à un seul atome de soufre, qui appartiennent vraisemblablement à la famille des oxazolines.

» Ces résultats peuvent être rapprochés de ceux qu'a obtenus Gabriel (*loc. cit.*) avec les amines bromées et de ceux que viennent d'obtenir tout récemment Franchimont et Lublin ([2]) en condensant l'éthanolamine avec le chloroformiate de méthyle, ce qui donne le corps

$$AzH\left\langle\begin{matrix} CH^2 - CH^2 \\ \qquad | \\ CO - O \end{matrix}\right. .$$

» Les composés de Gabriel résultent de l'anhydrisation d'acides dithiocarbamiques

$$CS(SH) - AzH - CH^2 - CHOH - R,$$

celui de Franchimont dérive d'un acide oxycarbamique

$$CO(OH) - AzH - CH^2 - CH^2OH,$$

([1]) Roux, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 291.

([2]) *Recueil de trav. chim.*, t. XXI, p. 45.

les nôtres se forment aux dépens d'acides monothiocarbamiques

$$CS(OH) - AzH - CH^2 - (CHOH)^n - R.$$

» Ils forment par conséquent une série nouvelle, intermédiaire entre les deux précédentes, et comparable à celle des corps que Hoffmann a obtenus en combinant les sénévols avec les alcools. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de la lécithine dans le lait.* Note de MM. **F. Bordas** et **Sig. de Raczkowski**, présentée par M. A. Haller.

« Le mode de dosage de la lécithine, qui consiste à incinérer, en présence de carbonate de potasse et d'azotate de potasse, le résidu de l'évaporation provenant de l'extraction éthéro-alcoolique d'une certaine quantité de lait évaporé à sec dans des conditions convenables, à doser ensuite l'acide phosphorique à l'état de pyrophosphate de magnésie et à multiplier la quantité dosée par le facteur 7,27 [1], nous semble présenter de nombreux inconvénients.

» La méthode est d'une application longue en ce qui concerne l'extraction, qui n'est pas toujours exempte d'acide phosphorique, des phosphates du lait. Une partie du phosphore organique échappe certainement à l'oxydation résultant de l'incinération rendue délicate à effectuer par suite de la présence de proportions notables de matières grasses. Enfin l'emploi du facteur 7,27 par lequel on multiplie le pyrophosphate de magnésie dosé pour évaluer la quantité de lécithine ne paraît pas justifié. En effet :

1	d'acide phosphoglycérique correspond à	4,69	de lécithine	distéarique.........	$C^{44}H^{90}O^9AzP$
1	»	4,36	»	dipalmitique.......	$C^{40}H^{82}O^9AzP$
1	»	4,66	»	dioléique...........	$C^{44}H^{86}O^9AzP$
1	»	4,52	»	dimargarique.......	$C^{42}H^{86}O^9AzP$
1	»	2,41	»	dibutyrique........	$C^{16}H^{28}O^9AzP$
1	»	4,59	»	oléomargarique.....	$C^{43}H^{86}O^9AzP$
1	»	3,54	»	oléobutyrique......	$C^{30}H^{60}O^9AzP$
1	»	4,51	»	oléopalmitique.....	$C^{42}H^{84}O^9AzP$

(1) Dr Stoklasa, *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für phys. Chem.*, 1897, t. XXIII, nos 4 et 5, p. 343. Rob. Burow, *Ibid.*, 1900, t. XXX, no 6, p. 495.

» Dès lors, si l'on ne considère que les trois lécithines oléomargarique, oléobutyrique, oléopalmitique, on voit que :

1 de pyrophosphate de magnésie	correspond à	7,12	de lécithine	oléomargarique.
1	»	5,48	»	oléobutyrique.
1	»	7,00	»	oléopalmitique.

» Si l'on admet que la graisse phosphorée du lait est constituée par de la lécithine oléomargarique, le facteur du pyrophosphate est 7,12, nombre voisin de celui de Stoklasa; mais si l'on suppose, comme le font certains auteurs, que cette lécithine est oléobutyrique, ce facteur devient 5,48, valeur bien éloignée de la précédente.

» En d'autres termes, chaque hypothèse faisant varier le coefficient du pyrophosphate, on obtiendra des proportions différentes de lécithine, et comme il n'est pas possible, dans l'état des connaissances actuelles, de préciser la composition de la graisse phosphorée en question, il semble beaucoup plus rationnel de se contenter de l'évaluation de l'acide phosphoglycérique.

» La méthode de dosage de l'acide phosphoglycérique contenu dans le lait peut s'effectuer, d'une façon exacte et relativement simple, en suivant les indications auxquelles nous ont fait aboutir les recherches que nous avons entreprises à ce sujet.

» Le procédé consiste à extraire la graisse phosphorée du lait sans entraîner de notables proportions de beurre; de former avec cette graisse une combinaison saline de laquelle on sépare les acides gras; d'oxyder *complètement* l'acide phosphoglycérique ainsi séparé et de doser ensuite l'acide phosphorique résultant de cette oxydation.

» A cet effet, on verse 100^{cm^3} de lait, en agitant continuellement, dans un mélange composé de :

Alcool à 95°	100^{cm^3}
Eau distillée	100^{cm^3}
Acide acétique	10 gouttes

» On obtient un coagulum se séparant très facilement par filtration. On le laisse s'égoutter, puis, fermant la douille de l'entonnoir au moyen d'un tube de caoutchouc muni d'une pince, on verse à trois reprises différentes 50^{cm^3} d'alcool absolu chaud en laissant chaque fois un moment en contact et remuant avec un agitateur ou une spatule avant de laisser filtrer le liquide.

» Les trois fractions alcooliques provenant de ce traitement à l'alcool chaud sont réunies, on distille pour chasser la plus grande partie de l'alcool puis on achève l'évaporation à sec au bain-marie. Le résidu est repris par une petite quantité de mélange éthéro-alcoolique en parties égales que l'on filtre. Le filtrat est évaporé pour chasser l'éther, puis saponifié par la potasse ou la baryte. Le savon est décomposé par l'eau acidulée par l'acide azotique, on sépare les acides gras et l'on concentre jusqu'à sec, à l'ébullition, le filtrat qui contient le phosphoglycérate de potasse ou de baryte ainsi qu'une petite quantité de phosphate résultant de la transformation d'une partie du glycérophosphate par l'excès d'alcali.

» On ajoute alors 10^{cm^3} d'acide azotique concentré, on porte au bain-marie et l'on fait tomber dans le liquide du permanganate de potasse en poudre, cela par très petites pincées, jusqu'à ce que le sel ajouté communique sa couleur rouge persistant pendant quelques minutes après l'addition, d'après les indications de M. Ch. Marie ([1]). On dissout l'oxyde de manganèse en versant quelques gouttes d'azotite de soude au $\frac{1}{10}$, on chasse les vapeurs nitreuses par l'ébullition et il ne reste plus qu'à précipiter l'acide phosphorique par le molybdate d'ammoniaque et à le doser ensuite à l'état de pyrophosphate de magnésie.

» En opérant dans ces conditions, l'extraction de la lécithine est absolument complète ainsi que l'oxydation de l'acide phosphoglycérique.

» En multipliant la quantité de pyrophosphate de magnésie pesée par 1,5495 on obtient la proportion d'acide phosphoglycérique contenue dans 100^{cm^3} de lait.

» La quantité trouvée est toujours plus élevée par oxydation qu'au moyen de l'incinération. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mécanisme de synthèse de la leucine.* Note de MM. **A. Vila** et **E. Vallée**, présentée par M. Roux.

« Dans une Note précédente de MM. A. Etard et Vila ([2]) il a été démontré que la synthèse d'une leucine $C^6H^{13}AzO^2$, ayant comme point de départ l'aldéhyde éthylméthylacétique, se faisait en trois phases : 1° préparation

---

([1]) Ch. Marie, *Sur le dosage du phosphore dans les composés organiques* (*Comptes rendus*, 1899, 2e semestre, p. 466).

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 122.

du valéral-ammonium; 2° transformation du valéral-ammonium en nitrile basique; 3° préparation de la leucine par hydrolyse du nitrile. Dans ce travail nous nous sommes proposé de préciser l'étude des deux premières phases.

» I. *Préparation du valéral-ammonium.* — Nous nous sommes arrêtés aux proportions suivantes qui donnent le rendement maximum en cristaux aciculaires blancs de valéral-ammonium :

Valéral bouillant à 92°,5	10^{cm^3} soit 8^g
Ammoniaque aqueuse $d=0,950$......	300^{cm^3}
Eau..........	100^{cm^3}

» Il convient de prolonger le contact le plus longtemps possible dans des flacons bien bouchés, le peu de valéral imprégnant encore les cristaux se transformant lentement.

» Au bout de huit jours on peut recueillir pour 100^g de valéral une moyenne de 120^g de cristaux humides essorés à la trompe et lavés à l'éther, ce qui correspond à l'utilisation de 50 pour 100 de valéral.

» Il est préférable de mettre en œuvre d'assez fortes proportions, atteignant 30^g par exemple; la réaction demande plusieurs semaines pour être complète (¹), mais les cristaux, dans ce cas, au lieu de se présenter en longues aiguilles, se réunissent en amas grenus faciles à léviger au fond des flacons (²).

» Les eaux mères ammoniacales séparées à la trompe des cristaux de valéral-ammonium sont agitées avec les éthers de lavage. L'éther se charge du valéral non combiné d'eau et d'ammoniaque; la couche aqueuse est alors décantée et on laisse la solution éthérée au repos dans un flacon non bouché. Après quelques jours on constate la formation de magnifiques cristaux nourris dans ce milieu. Ces cristaux mieux formés, quoique s'effleurissant rapidement à l'air, ont pu être mesurés; ils appartiennent au système clinorhombique, l'angle des faces $p : h$ étant de 137°; il y a en outre un clivage net selon g^1.

» La solution éthérée ne fournissant plus de cristaux, soumise à la distillation, donne un résidu huileux anhydre qui, fractionné sous une pression de 15^{mm} de mercure, a été séparé en cinq portions entre 19° et 280°. Aucune de ces portions n'est active

(¹) Nous avons préparé par cette méthode plus de 1^{kg} de valéral-ammonium avec l'aldéhyde éthylméthylacétique que nous devons à l'obligeance de M. Bemont.

(²) Ils donnent à l'analyse les chiffres suivants :

C....... 28,26	H....... 11,81	Az...... 6,67

Calculé pour $C^5H^{13}AzO,6H^2O$:

C....... 28,43	H....... 11,84	Az...... 6,63

au polarimètre ; leur composition centésimale est très peu différente, comme le montrent les résultats suivants :

Fraction...	190-205	C...	76,70	H...	12,29	Az...	7,96
Fraction...	250-264	C...	75,87	H...	11,09	Az...	5,6

» Cela indique la polymérisation d'une matière retenant un peu d'oxygène.

» Les cristaux de valéral-ammonium de formation aqueuse, déshydratés par un séjour prolongé sur de la baryte caustique dans un large exsiccateur, subissent une perte d'eau et d'ammoniaque (60 pour 100). A la suite de ce départ, il reste une huile blanche sensiblement dépourvue d'oxygène et dont voici l'analyse :

C... 72,33 H... 12,90 Az... 12,35 O... 2,52

Cette huile, exposée à l'air humide, fournit des cristaux de valéral-ammonium par absorption d'eau.

» II. *Préparation de la base nitrile.* — Les cristaux de valéral-ammonium sont mis en contact avec de l'acide cyanhydrique dans les proportions de 100^g de valéral-ammonium pour 30^g d'acide à 50 pour 100. Après quelques minutes, le mélange se sépare en deux couches, dont l'une est huileuse et à peine colorée, pourvu que l'on évite tout échauffement et que la décantation soit faite dès que la réaction est terminée. Cette huile, desséchée sur du chlorure de calcium fondu, ne tarde pas à former un lacis de longues aiguilles cristallines qui, reprises par l'éther de pétrole léger, se dissolvent et donnent, après quelques passages, des cristaux aciculaires soyeux fondant à 58°.

» *Analyses :*

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $C^{12}H^{21}Az^3$.
C.................	69,92	69,72	69,5
H.................	10,49	10,44	10,1
Az................	20,27	20,30	20,3

» Nous avons mesuré l'abaissement moléculaire de cette matière en employant comme solvant la benzine. Trouvé : M = 197. Calculé pour $C^{12}H^{21}Az^3$: 207.

» Ce corps est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et l'éther de pétrole. Il distille dans le vide sans décomposition. Sa solution éthérée, traitée par un courant d'acide chlorhydrique sec, fournit un chlorhydrate fondant à 86°. C'est un précipité blanc grenu insoluble dans l'eau et l'éther, soluble dans l'alcool.

» Nous avons, en outre, vérifié, en appliquant la méthode usitée dans la série butylique [1] pour séparer divers dérivés aminés, que le nitrile brut, agité avec de l'acide chlorhydrique à 5 pour 100, se convertit presque immédiatement en un magma cristallin ; les impuretés qui entravent la cristallisation entrent seules en solution chlor-

---

(1) *Liebig's Annalen*, 1880-1881.

hydrique. L'éther de pétrole que l'on ajoute alors dissout les cristaux formés, la couche d'hydrocarbure décantée est abandonnée à l'air libre et dépose bientôt des cristaux fondant à 58°, déjà décrits plus haut. Dans ces conditions, on peut donc représenter l'action de l'acide cyanhydrique sur le valéral-ammonium par l'équation :

$$2\,C^5H^{13}AzO, 6\,H^2O + 3\,CAzH = C^{12}H^{21}Az^3 + CAz(AzH^4) + aq.$$

» *Conclusions.* — Nous avons donné une préparation du valéral-ammonium produisant un hydrate cristallisé non décrit.

» Dans les conditions indiquées, l'action de l'acide cyanhydrique sur ce corps donne naissance a un composé unique, jusqu'ici inconnu, se formant en quantité importante.

» L'hydrolyse de ce dérivé par l'acide sulfurique étendu fournit directement de la leucine sublimable, caractérisée par son sel de cuivre insoluble. »

MÉDECINE. — *Sur l'application de l'air chaud comme procédé de chauffage des liquides pulvérisés non volatils.* Note de M. J. GLOVER, présentée par M. d'Arsonval.

« Le principe de la méthode consiste à chauffer un liquide *non volatil* par un courant d'air chaud servant en même temps à la pulvérisation de ce liquide. L'air envoyé sous faible pression, après avoir été surchauffé dans un serpentin métallique placé sur son parcours, arrive à un pulvérisateur par aspiration, sorte de giffard à air. Le liquide non volatil est aspiré à ce moment par le courant d'air chauffé préalablement à une température capable de porter le liquide à + 37° C.

» L'air chaud a été substitué à la vapeur et les liquides fixes aux liquides volatils, afin d'obtenir une parfaite homogénéité de la température du liquide pulvérisé, phénomène qui n'a pas lieu avec les pulvérisateurs à vapeur. La pulvérisation par la vapeur s'accompagne d'ailleurs d'une dilution très variable du liquide pulvérisé qui empêche d'en maintenir le titre exact.

» L'asepsie complète est obtenue d'une part par la forte élévation de température du courant d'air et la stérilisation des solutions médicamenteuses employées.

» L'élévation de température des liquides pulvérisés à 37° C. que l'on obtient par ce procédé est fonction de la chaleur spécifique de ces liquides. Tout liquide non volatil ou non susceptible d'un changement d'état peut donc être employé.

» Les huiles fixes (la glycérine), qui constituent d'excellents excipients, ont été choisies de préférence.

» Des appareils pulvérisateurs à air chaud, appelés *calorisateurs*, ont été construits pour la pulvérisation chaude directe, soit nasale, soit bucco-pharyngienne, soit amygdalienne ou laryngo-trachéale.

» Sur ce principe physique est basée une méthode thérapeutique nouvelle, intéressante en raison de son absolue précision scientifique et de son caractère de parfaite asepsie. Cette méthode a été utilement appliquée au moyen des calorisateurs pour le traitement de plusieurs affections des voies respiratoires et des premières voies digestives (nez, pharynx, larynx et trachée) dans divers hôpitaux de Paris, et les résultats ont très utilement répondu aux espérances. La méthode devra être employée chaque fois qu'il y aura lieu d'exercer, à l'aide de pulvérisations faites à la température normale 37°, sur les muqueuses ou une solution de continuité quelconque, une action thérapeutique locale, lente, prolongée, et par suite répétée. La méthode devra encore être employée pour faire absorber de façon anodine par ces muqueuses une dose médicamenteuse très exactement déterminée, enfermée dans des ampoules titrées et stérilisées. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Variations de l'état de réfraction de l'œil humain suivant l'éclairage.* Note de M. **Auguste Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai commencé à remarquer en août 1895 que ma myopie augmentait au crépuscule et que son accroissement apparent pouvait aller jusqu'à deux dioptries pendant les nuits claires sans lune. Depuis, j'ai toujours retrouvé les mêmes faits, à l'intensité près. Je les ai étudiés sous des formes diverses, en variant les conditions d'éclairage et les procédés de mesure de la réfraction. De mes expériences répétées il résulte que la réfraction de mes yeux est, dans une certaine mesure, fonction de l'éclairage, et que leur puissance réfringente augmente quand l'éclairage diminue, la variation étant surtout sensible aux éclairages faibles.

» J'avais attribué mes premiers résultats à l'intervention de l'aberration sphérique quand la pupille est dilatée, ce qui, dans mon œil, avance la section minima des faisceaux réfractés.

» Cette circonstance n'est pas la cause essentielle du phénomène. On peut en juger en rendant la pupille constante, soit à l'aide de diaphragmes assez petits, soit par la dilatation au moyen de l'atropine.

» Le premier moyen offre sur le second le désavantage de laisser plus de marge à la tolérance dioptrique de l'œil; malgré cela il confirme le fait et le sens de la variation de réfraction.

» L'atropinisation est préférable, et d'ailleurs elle élimine tout changement d'accommodation. Or la variation de réfraction est aussi marquée que possible sur l'œil atropinisé; je l'ai même vue s'élever dans certains cas jusqu'à trois dioptries. Ce n'est que dans des cas extrêmes que la variation atteint cette valeur. Elle est loin d'être habituellement aussi forte. Je l'ai trouvée en général moins marquée chez d'autres sujets que chez moi. Quelques-uns même ne la découvrent qu'en y mettant une attention spéciale. Les variations les plus communes sont de $\frac{1}{2}$ à 1 dioptrie.

» J'ai contrôlé ces faits objectivement à l'aide de la skiascopie, avec le concours de M. Th. Guilloz. En pratiquant sur différents yeux la skiascopie comparativement avec une petite flamme de lampe Pigeon et avec une lampe à incandescence de 16 bougies, nous avons reconnu des différences de réfraction incontestables dans le sens indiqué plus haut.

» De quelle façon la lumière diminue-t-elle la réfraction par rapport à l'obscurité? Elle ne peut le faire que de trois façons : 1° en augmentant l'indice de réfraction des milieux de l'œil; 2° en augmentant la courbure de la cornée ou du cristallin; 3° en déplaçant en avant l'écran rétinien (à raison de $\frac{1}{3}$ de millimètre environ par dioptrie).

» Nous ne nous arrêterons pas à la première hypothèse, qui est d'ailleurs invérifiable sur le vivant. Quant à la seconde, nous avons vérifié avec l'ophtalmomètre d'Helmholtz que la cornée ne variait pas dans les conditions de l'expérience précédente, ce qui était d'ailleurs facile à prévoir. En ce qui concerne le cristallin, la mesure des rayons de courbure serait parfaitement illusoire, à cause de la grande intensité à donner aux lampes pour pratiquer l'ophtalmométrie de cet organe; mais d'ailleurs il est surabondamment démontré que le cristallin est tout à fait immobilisé par l'atropine.

» Reste donc la troisième hypothèse : déplacement de l'écran rétinien. Cette hypothèse a été émise en 1892 par MM. Béraneck et Verrey (¹), à propos d'une autre série de faits qui ne sont pas sans rapport avec les précédents : j'ai constaté dans certains cas (²), et les auteurs précédents ont mis la chose hors de doute, que l'excitation lumineuse d'un œil produisait

---

(¹) *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel*, t. XX, 1891-1892.
(²) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 2 juin 1888.

par voie réflexe *dans l'autre œil* une très légère diminution de réfraction, ne dépassant pas $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ de dioptrie. S'appuyant alors sur l'abondante vascularisation de la choroïde, particulièrement au niveau de la tache jaune, sur sa richesse en nerfs et sur plusieurs points de structure qui la rapprochent d'un tissu érectile, MM. Béraneck et Verrey ont pensé que l'excitation lumineuse produisait par réaction réflexe une certaine turgescence de la choroïde, capable de refouler la rétine. Une explication analogue pourrait s'appliquer dans le cas actuel, la réaction unilatérale étant nécessairement plus intense. (Rappelons d'ailleurs que le déplacement de la couche perceptrice de la rétine n'est pas un fait nouveau : on connaît, depuis Engelmann, la contraction des cônes sous l'influence de la lumière.)

» Cette hypothèse pourrait être contrôlée par l'expérimentation sur les animaux, mais le lapin ne m'a pas nettement montré de variation de réfraction suivant l'éclairage, et je n'ai pas encore essayé sur d'autres espèces.

» Est-elle susceptible d'une vérification sur l'homme? Je le crois. Voici, en tout cas, deux faits nouveaux après lesquels il sera bien difficile de ne pas l'admettre.

» 1° On sait combien la rétine est sensible aux excitations mécaniques; si l'on produit un phosphène, il suffit de la moindre différence de pression pour faire varier l'étendue de la partie illuminée; or, si la rétine plus éclairée s'éloigne de la sclérotique dont la sépare la choroïde plus gonflée, l'effet *local* d'un corps dur comprimant légèrement la sclérotique se transmettra moins efficacement à la rétine, et le phosphène diminuera d'étendue. C'est ce que l'on constate en passant de l'obscurité à la lumière.

» 2° J'ai observé, avec M. Th. Guilloz, que, si l'on pratique la skiascopie *sur la papille du nerf optique*, la réfraction apparente de cette partie, au lieu de diminuer quand l'éclairage augmente, comme dans le reste de la rétine, ou ne varie pas, ou *augmente très légèrement avec l'éclairage*. Ce qui se conçoit dans l'hypothèse précédente : il n'existe plus de choroïde, donc plus de tissu érectile derrière la papille, et elle ne peut pas être projetée en avant; en revanche il est bien connu que la plus légère augmentation de la tension intra-oculaire se traduit au niveau de la papille par une tendance à la dépression de sa surface; or c'est là un effet secondaire évident, quoique assez faible, de la congestion provoquée par la lumière (congestion bien connue et qui peut aller jusqu'à produire des hémorrhagies du fond de l'œil).

» Cette dernière constatation ruine, de plus, l'hypothèse d'une inter-

vention du cristallin, de la cornée, ou d'une variation de réfringence des milieux, dans la production du phénomène qui fait l'objet de cette Note. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les effets de la section des canaux semi-circulaires, au point de vue de leur excitation et de leur paralysie.* Note de M. **Louis Boutan**, présentée par M. Yves Delage.

« Quand on détruit les canaux semi-circulaires membraneux d'un animal produit-on une paralysie ou, au contraire, une excitation de l'organe? Flourens (1842) regardait la section des canaux membraneux comme équivalente à leur paralysie. Lœwenberg (1869) et la plupart des physiologistes modernes concluent que les troubles de locomotion produits par la lésion des canaux sont dus à une excitation et non à une paralysie.

» Je crois que l'on peut trancher la question à l'aide des expériences suivantes :

» 1° Détruisons sur un pigeon les canaux semi-circulaires du côté droit, par exemple. Nous assistons aussitôt à un premier phénomène, bien connu; le pigeon porte vivement la tête du côté gauche, puis la ramène du côté droit, puis du côté gauche et ainsi de suite : d'où une série de mouvements oscillatoires caractéristiques (après la section complète des canaux des deux côtés, ces mouvements oscillatoires persistent pendant des journées entières).

» 2° Pour savoir à quoi sont dus ces mouvements plaçons un pigeon sain et non opéré sur un plateau qui peut tourner dans un plan horizontal. Après une rotation rapide arrêtons brusquement le plateau. Le pigeon porte aussitôt la tête dans le sens où avait lieu le mouvement, puis il la ramène en sens opposé, et ainsi de suite, *exactement comme si l'on venait de procéder à la section des canaux semi-circulaires du côté opposé à celui où s'est produite la première oscillation.*

» Cette expérience, qu'on doit faire dans l'obscurité pour éviter une cause d'erreur, permet de conclure que les mouvements oscillatoires sont dus à une excitation, nous le savons par notre propre expérience, mais à une *excitation subjective.* Le pigeon qui oscille la tête a la sensation qu'il tourne et cependant il est arrêté. C'est donc dans l'organe lui-même que se trouve la cause de l'excitation. Cette conclusion est corroborée par les deux expériences suivantes :

» 3° Un pigeon opéré du côté droit est placé sur le plateau : si on le met en rotation à droite, à l'arrêt brusque il se comporte comme un pigeon normal et produit les oscillations caractéristiques. Si, au contraire, on le met en rotation du côté gauche, à l'arrêt brusque, il tombe du côté droit.

» 4° Mettons maintenant sur le plateau un pigeon chez lequel tous les canaux semi-circulaires des deux côtés, ainsi que les ampoules correspondantes, ont été détruits avec le fer rouge et qui, après plusieurs mois, est guéri, en apparence, de l'opération.

» Lorsque l'on arrête brusquement le plateau, tournant soit vers la droite soit vers la gauche, la tête du pigeon reste immobile, et l'on ne constate plus les mouvements oscillatoires caractéristiques.

» Lorsque l'on vient de détruire les canaux semi-circulaires il se produit donc une excitation subjective plus ou moins durable, caractérisée par les mouvements oscillatoires de la tête, mais on observe en même temps un autre phénomène que nous allons étudier maintenant.

» A. Lorsque les mouvements oscillatoires ont cessé sur un pigeon opéré d'un seul côté (du côté droit par exemple), si l'on force l'animal à se déplacer, on voit qu'il a une tendance à tourner et à tomber du côté lésé, en sens inverse, par conséquent, du premier mouvement oscillatoire étudié plus haut.

» Pour comprendre ce second phénomène, répétons une série d'expériences parallèles aux précédentes.

» B. Un pigeon sain non opéré est placé sur le plateau tournant. Si on le fait tourner à droite, le pigeon porte la tête à gauche; si on le fait tourner à gauche, le pigeon porte la tête à droite, toujours, par conséquent, en sens contraire du mouvement de rotation.

» Les expériences se faisant dans l'obscurité, il est évident que le pigeon ressent dans ce dernier cas et traduit par le mouvement de sa tête une excitation; mais contrairement à celle étudiée plus haut, *cette excitation est objective,* car elle est due à un mouvement de rotation réellement effectué par le pigeon.

» C. Reprenons maintenant le premier pigeon (opéré du côté droit) et plaçons-le sur le plateau tournant : si le plateau est mis en rotation à droite, le pigeon porte la tête à gauche, comme un pigeon normal; si, au contraire, le plateau est mis en rotation à gauche, le pigeon reste immobile ou regarde du côté gauche.

» On peut déjà en conclure que, à la suite de l'opération, le pigeon ne se sent pas tourner dans un sens et que l'organe est paralysé du côté droit. Cette conclusion se trouve vérifiée par l'expérience suivante :

» D. Le pigeon opéré des deux côtés et guéri est mis à son tour sur le plateau : pendant la rotation du plateau, du côté droit ou du côté gauche, le pigeon reste indifférent; ordinairement la tête reste droite ou se porte dans le sens de la rotation.

» Les expériences relatées plus haut permettent de conclure que la destruction des canaux membraneux équivaut tout à la fois à une excitation momentanée et à une paralysie de l'organe.

» Aussitôt après l'opération, l'animal éprouve de fausses sensations de rotation, sensations subjectives, dues à la section des nerfs sensoriels, mais en même temps, par suite de la paralysie définitive de l'organe, il est

incapable de ressentir les mouvements de rotation qu'il effectue réellement, et je crois que c'est pour cette raison que, lorsqu'on le force à marcher, il tourne et tombe du côté lésé. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le cerveau du Phascolosome.*

Note de M. **Marcel-A. Hérubel**, présentée par M. Yves Delage.

« Logé entre les deux muscles rétracteurs dorsaux, le cerveau est étroitement enserré par une gaine fibreuse, où la séparation en éléments conjonctifs et musculaires ne devient nette qu'à la hauteur du tiers moyen de l'organe. Sur la face dorsale de celui-ci, au-dessous de ce niveau, on trouve, en effet, de nombreuses fibres musculaires associées aux fibres conjonctives.

» La topographie cérébrale se résume en trois régions: motrice, sensitive, fibrillaire. La première constitue toute la base du cerveau et la moitié, en hauteur, de sa face ventrale. La seconde, toute la face dorsale et l'extrémité supérieure (ce qui donne un pôle sensitif et un pôle moteur). La troisième, enfin, occupe en même temps le centre du cerveau et la moitié supérieure, d'où partent les deux gros nerfs formant le collier œsophagien: elle donne naissance à deux paires de bourgeons symétriques qui pénètrent dans la région sensitive. L'une de ces paires (la supérieure) paraît être en rapport avec deux organes, en communication directe avec l'extérieur chacun par un canal.

» Éléments sensitifs et moteurs sont enchâssés, sur toute leur étendue, dans un même réseau anastomosé, à mailles moyennement serrées, que nous appellerons *substance corticale réticulée*. Les *premiers* consistent en noyaux sans cytoplasma apparent: ce sont des noyaux ganglionnaires (*cf.* Dielt). Ils sont bourrés de 8 à 10 grains chromatiques; mais il en est qui en comptent moins et d'autres qui en sont dépourvus. Sont-ce des stades de l'évolution nucléaire, ou des formations originellement différentes? Ils mesurent 6^{μ} environ. Les *seconds* sont de grandes cellules unipolaires, longues de 38^{μ} à 100^{μ}, munies d'un noyau clair d'aspect et avec un gros nucléole; le prolongement cylindraxile est toujours assez épais. Ces cellules se retrouvent dans le cordon nerveux ventral; et, à la suite de recherches comparées, je puis avancer que leur nombre est, en général, proportionnel au développement de la musculature et, par conséquent, à la motricité. Quant aux noyaux ganglionnaires, leur rôle sensitif se déduit facilement de leurs connexions. C'est au sein de leur masse, en effet, que sont plongés les deux organes, situés au fond d'un double cæcum et décrits par Selenka et Cuénot comme taches oculaires. Sans doute la disposition rayonnée du pigment, la présence d'un milieu réfringent (cristallin?) peuvent être invoquées en faveur de cette interprétation. Ici, comme ailleurs, il y a présomption plus que certitude. En quoi, en effet, la fonction visuelle est-elle nécessairement liée à la *seule* présence de pigment? Ce qui paraît plus positif, c'est l'analogie qui

existe entre ces organes intraganglionnaires et les fossettes céphaliques des *Drepanophorus* (*cf.* Burger).

» Il nous reste à étudier la région fibrillaire centrale et la névroglie. La première constitue en majeure partie la substance ponctuée. Celle-ci n'est autre chose qu'un réseau très serré de fibrilles nerveuses très fines et anastomosées : je crois pouvoir affirmer ce dernier point. Elle est en rapport, d'un côté, avec la substance corticale réticulée (dans la région sensitive de cette dernière), de l'autre avec les nerfs. La névroglie a une double origine : épidermique et conjonctive. Dans un cas, elle résulte, comme Racovitza l'a vu chez les Polychètes, de l'étirement en fibrilles subi par l'extrémité basale des cellules des cæcums sensitifs cités plus haut. Dans l'autre (*cf.* Nansen, Saint-Rémy), ce sont des faisceaux de fibrilles conjonctives, émanées de la gaine cérébrale, qui s'infiltrent parmi les éléments nerveux.

» Voilà l'histologie des trois régions, considérées en elles-mêmes; voici maintenant un essai sur leurs connexions, essai que je ne tente qu'avec réserve, car, dans de si délicats problèmes, il ne convient pas de donner immédiatement des solutions absolues.

» Envisageons les fibres sensitives, par conséquent centripètes, à leur entrée dans le cerveau. Le premier milieu qu'elles rencontrent, c'est la substance ponctuée, anastomosée (*cf.* Eisig, Apathy). Or, après examen attentif des préparations, j'ai toujours vu les fibres sensitives passer, par des divisions de plus en plus fines, à celles de la substance ponctuée et se confondre avec elles. Mêmes remarques à l'égard des rapports de la substance ponctuée avec la substance corticale réticulée prise dans la région sensitive : j'ai toujours vu entre elles une continuité nette. En outre, je le répète, la substance corticale réticulée est la même dans les deux régions sensitive et motrice. Mais, c'est dans la première seulement qu'elle fait suite à la substance ponctuée : il en résulte que cette dernière *a un rôle avant tout sensitif*. Enfin, j'ai pu voir la substance corticale réticulée (dans la région inférieure du cerveau) reliée par de très fins ramuscules aux cellules motrices. Celles-ci émettent un prolongement cellulifuge, qui se rend directement dans le nerf : le cycle est donc fermé.

» De plus, il existe, entre les cellules motrices et la substance corticale réticulée, une relation originelle : *ce sont certaines cellules motrices qui contribuent à former cette dernière substance*. Le processus est le suivant. Tout d'abord, de petites vacuoles apparaissent au sein de la cellule, particulièrement vers la périphérie. Ces vacuoles s'agrandissent, et, de ce fait, la substance cytoplasmique qui les sépare s'étire et bientôt se transforme en fibrilles. La cellule a donc disparu et, à sa place, reste un réseau *parfaitement continu*. Quant au noyau, il persiste, mais diminue de volume et se colore avec plus d'intensité : il ressemble d'une manière frappante aux noyaux ganglionnaires sensitifs.

» En résumé, il me paraît y avoir partout continuité et non contiguïté. D'ailleurs, à proprement parler, il n'y a pas de cellules sensitives, mais seulement des noyaux syncitiaux plongés dans un réseau anastomosé, dont

la substance ponctuée ne serait que l'élément centripète immédiat. Il est donc logique d'admettre, au moins dans ce cas, que c'est dans le réseau et non dans la cellule qu'il faut chercher le siège de la fonction nerveuse essentielle (*cf.* Radl...). Enfin, je rappelle la transformation (morphologique et physiologique) des éléments moteurs et fibrilles. Tout cela conduit à nier l'individualité et la fixité de la cellule nerveuse. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *De l'existence d'éléments précurseurs des tubes criblés chez les Gymnospermes.* Note de M. G. Chauveaud, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« On ne connaissait jusqu'ici, dans le liber des plantes vasculaires, aucun élément qu'on pût considérer comme représentant une forme primitive du tube criblé. Chez les Angiospermes, ainsi que chez la plupart des Cryptogames vasculaires, les premiers tubes criblés qui apparaissent dans la plantule possèdent un maximum de différenciation bien caractéristique. Il y a, par suite, une limite tranchée, dès le début, entre le péricycle formé de cellules encore parenchymateuses et le liber constitué par ces tubes pourvus de cribles. On pouvait, par conséquent, se demander si le tube criblé ainsi différencié est apparu brusquement à l'origine des plantes vasculaires.

» Or, chez les Gymnospermes, les premiers tubes criblés qui apparaissent se montrent plus tard que dans les autres plantes, et nous avons pu constater qu'ils sont précédés là par des éléments qu'on doit considérer comme leurs précurseurs. Ces éléments, par leur situation et par leurs caractères, sont intermédiaires aux cellules du péricycle et aux premiers tubes criblés.

» Les premiers de ces éléments ont une forme tubulaire en rapport avec leur rôle conducteur, mais leur paroi reste mince et ne présente aucune modification appréciable. Les éléments qui viennent ensuite sont tubulaires comme les premiers et acquièrent en plus, sur certains points de leur paroi, une petite plage criblée. Enfin, d'autres éléments présentent un degré de plus dans leur différenciation ; leur paroi subit dans toute son étendue une modification bien caractéristique, quoique peu accentuée. C'est après seulement que se voient les premiers tubes criblés caractérisés, lors de leur maximum de différenciation, par des cribles épais sur leurs faces transversales, des plages criblées plus ou moins nombreuses sur leurs faces lon-

gitudinales et un épaississement très marqué de leur paroi entière [1].

» La limite entre le péricycle et le liber est donc, dans ce cas, peu tranchée, et l'on passe des cellules péricycliques aux premiers tubes criblés par une série de formes de plus en plus différenciées. La présence de ces formes intermédiaires, qui sont, du reste, transitoires, donne au liber de ces plantes un caractère tout à fait primitif. Ce caractère coïncide, d'ailleurs, avec l'origine ancienne de Gymnospermes, qui existaient, comme on sait, aux époques géologiques les plus lointaines. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la densité des eaux océaniques.* Note de MM. Thoulet et Chevallier. (Extrait.)

» L'importance prise par la mesure des densités des eaux marines profondes et l'obligation d'opérer à terre, avec une grande précision, sur des échantillons conservés très nombreux et par conséquent de faible volume, conduisent à se demander si la durée de la conservation de ces échantillons ne risque pas de modifier leurs propriétés. Dans le but de résoudre cette question, un certain nombre d'échantillons (23) récoltés pendant la dernière campagne de S. A. S. le Prince de Monaco dans l'archipel du Cap-Vert, déjà analysés le 2 décembre 1901, c'est-à-dire depuis six mois, qui avaient été conservés dans des flacons bien bouchés, mais en vidange, condition éminemment défavorable, ont été étudiés à nouveau. On a repris leur densité à zéro par la méthode du flacon, évalué leurs halogènes au kilogramme par la liqueur d'azotate d'argent titrée et dosé par le réactif de Nessler leur ammoniaque libre et albuminoïde. Il résulte de ces expériences que la conservation des échantillons, à la condition de tenir les flacons convenablement bouchés, n'exerce aucune influence sur la densité et le poids des halogènes contenus. La proportion d'ammoniaque augmente d'une quantité insignifiante à moins que l'échantillon n'ait été filtré. Ce dernier résultat, assez inattendu, reste inexpliqué et cependant il a été constaté à diverses reprises.

(1) C'est dans la plantule, réduite à ses cotylédons incomplètement épanouis, que l'on observe le mieux ces éléments précurseurs. On peut suivre leur différenciation à partir de la radicule jusque dans les cotylédons; on les retrouve aussi à l'origine de chaque radicelle. Il y a d'ailleurs, suivant les plantes, des modifications nombreuses que nous ne pouvons pas signaler dans la présente Note.

» Le Congrès océanographique international de Stockholm et, après lui, celui de Christiania ont prescrit l'usage de Tables dites *Hydrographische Tabellen*, dressées à Copenhague et publiées en mai 1901. En suivant les indications des Tables, si l'on opère sur des eaux marines récoltées dans l'Atlantique ou dans la Méditerranée par la *Princesse-Alice*, on arrive, pour le même échantillon, à des résultats différents selon que, à l'aide des Tables, on calcule la chloruration d'après la densité à zéro, directement mesurée, ou que l'on calcule cette même densité à zéro en partant du dosage direct des halogènes.

» Nous nous bornerons à donner trois exemples :

Station.	Densité à 0° mesurée directement. S_4^0.	Halogènes : dosage direct.	Chloruration d'après les *Hydrogr. Tabellen* : déduite des halogènes.	déduite de S_4^0.	Différence.
1137 (Atl.).....	1,02821	19,62	19,48	19,43	+0,05
1117 (Atl.).....	1,02851	19,71	19,57	19,54	−0,07
1255 (Médit.) ..	1,03089	21,38	21,16	21,27	−0,11

» Des différences analogues ont été constatées sur 23 échantillons d'eaux provenant de l'Atlantique nord, et plus encore sur huit échantillons de la Méditerranée. La moyenne des différences est de + 0,01 pour les premiers, et de − 0,12 pour les seconds.

» Ces écarts ne confirmeraient-ils pas l'hypothèse que les eaux de même densité ne contiennent pas toujours la même quantité de chlore ou, en d'autres termes, ne possèdent pas exactement la même composition chimique?... »

M. A.-J. **Stodolkievitz** adresse une Note « Sur les intégrales de premier ordre des équations différentielles partielles de second ordre ».

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Anatomie et Zoologie présente la liste suivante de candidats, pour la place devenue vacante par le décès de M. *Filhol* :

En première ligne	M. **Bouvier**.
En deuxième ligne.	M. **Henneguy**.
En troisième ligne, par ordre alphabétique. . .	MM. **Blanchard (Raphael)**. **Fr. Houssay**. **Oustalet**.
En quatrième ligne, par ordre alphabétique. .	MM. **Ch. Janet**. **A. Pizon**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

FIN DU TOME CENT TRENTE-QUATRIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1902.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXXIV.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L



M

N

O

P

Q

R

S

T

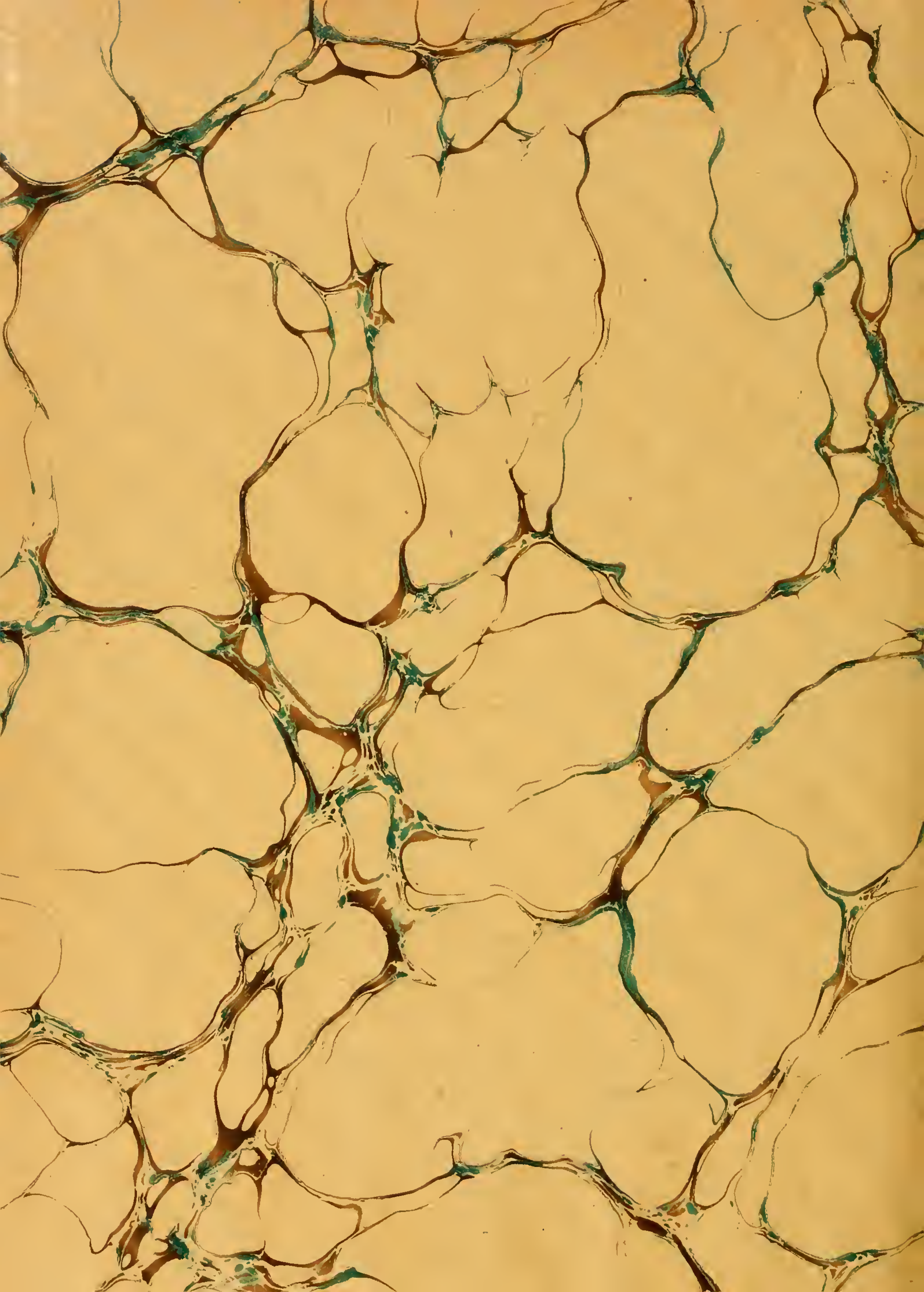
V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
31272 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.




MBL/WHOI LIBRARY
WH 19RN N

